UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 01082008 2

935 40

DIALOG

ÜBER DIE

BEIDEN HAUPTSÄCHLICHSTEN WELTSYSTEME,

DAS PTOLEMÄISCHE UND DAS KOPERNIKANISCHE,

VON

GALILEO GALILEI.

AUS DEM ITALIENISCHEN ÜBERSETZT UND ERLÄUTERT

VON

EMIL STRAUSS,

ORD. LEHRER AN DER REALSCHULE „PHILANTHROPIN" IN FRANKFURT A. M.

87537
10/6/08

LEIPZIG,

DRUCK UND VERLAG VON B. G. TEUBNER.

1891.

QB
41
G136
1891

Vorwort des Herausgebers.

Der Dialog Galileis über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme darf als eines der merkwürdigsten Bücher bezeichnet werden, die je geschrieben worden: einerseits um der tragischen Schicksale willen, die es über seinen Verfasser heraufbeschwor, andererseits und vornehmlich aber wegen seines in anziehendster Form gebotenen Inhalts. Das hauptsächliche, aber keineswegs einzige Interesse des Buches liegt darin, dafs es in greifbarer Anschaulichkeit die Berührung moderner Wissenschaft mit scholastischer Naturphilosophie und die daraus sich ergebenden Reaktionen dem Leser enthüllt. Wie dem Geologen die Kontaktstellen verschiedenartiger Gesteine und die dort eintretenden Umwandlungen der Gesteinsnatur das Verständnis der Erdgeschichte ermöglichen, so ist Galileis Buch für den Kulturhistoriker ein Schlüssel zur Erfassung des Umschwungs in der Weltanschauung. Aus ihm kann er ermessen, was es heifst, eine neue Idee wie die kopernikanische für weite Kreise faſslich und mundgerecht zu machen. Es kommt aber in dem Buche keineswegs blofs die Frage der beiden Weltsysteme zur Sprache, es handelt sich mehr noch um die ganze Methode wissenschaftlicher Forschung. Diese sollte von nun ab anscheinend bescheidener, in Wahrheit aber mühevoller und fruchtbarer sein; sie glaubt nicht mehr alles *a priori* wissen zu können oder gar schon zu wissen, sie übernimmt vielmehr die schwere Aufgabe, in scheinbar geringfügigen Indicien, in alltäglichen und dennoch unbeachteten Erscheinungen die Spuren folgenschwerer Gesetze zu finden. Das Buch Galileis belehrte seine Zeitgenossen — und diese Belehrung dürfte auch heute für weite und einflufsreiche Kreise noch nicht überflüssig geworden sein —, dafs nicht in logisch geschultem Denken und in einer Anzahl von fertigen Formeln das Wesen der Wissenschaft und der wissenschaftlichen Erziehung sich erschöpft, dafs vielmehr die unendlich viel schwierigere Kunst, durch Beobachtung und Versuche den Thatsachen Rechnung zu tragen, das Hauptmittel der Erkenntnis ist.

Bei dem grofsen Interesse, welches das Buch beansprucht, ist der bisherige Mangel einer deutschen Ausgabe im Grunde verwunderlich.

Allerdings erwähnt die im Jahre 1654 von Viviani niedergeschriebene Biographie Galileis eine deutsche Übertragung des Dialogs; wenn diese Angabe gegen alle Wahrscheinlichkeit ihre Richtigkeit haben sollte, so ist die Übersetzung heute gänzlich verschollen. Der Versuch eine deutsche Ausgabe zu veranstalten bedarf sonach wohl keiner weiteren Rechtfertigung. Die Schwierigkeiten des Unternehmens sind freilich nicht gering: einmal ist es ohne Willkürlichkeiten der Übersetzung fast unmöglich, jener Formschönheit des Originals gerecht zu werden, die den Dialog zu einem klassischen Werke der italienischen Litteratur stempelt; sodann aber sollte eine für weitere Kreise bestimmte Ausgabe — und eine solche zu veranstalten, war der Zweck, den ich mir setzte — von Rechtswegen diejenigen Hinweise enthalten, die das Verständnis und die Würdigung des Buches erleichtern, die es aus seiner Zeit heraus nach seinen Vorzügen und Schwächen begreiflich machen, und die dem Leser die Möglichkeit bieten, den Erkenntnisfortschritt zu verstehen, der sich in ihm vollzieht. Nach beiden Richtungen hin läfst die vorliegende Ausgabe, wie mir wohl bewufst ist, manches zu wünschen übrig. Es rührt dies teils und vorwiegend daher, dafs meine Kräfte zu einer tadellosen Erfüllung der Aufgabe nicht ausreichten, teils auch daher, dafs ein unerwünschtes Mifsverhältnis zwischen dem Umfange der erforderlichen Auseinandersetzungen und dem Texte des Dialogs vermieden werden sollte. Ob es mir gelungen ist, wenigstens einigermafsen dem mir vorschwebenden Ziele mich genähert zu haben, stelle ich dem Urteile des Lesers anheim.

Ich habe mich nicht entschliefsen können, so nahe dieser Gedanke lag, eine verkürzte Bearbeitung vorzunehmen; denn wenngleich gewisse Partieen des Dialogs für unser Gefühl vielleicht allzu eingehend sich mit der Widerlegung veralteter Ansichten beschäftigen, so schien es mir doch nicht statthaft, derartiges zu unterdrücken. Der Dialog ist eben mehr als ein Buch, es spielt sich in ihm ein Stück Kulturgeschichte, ein Denkprocess der Menschheit ab. Wollte man die sachlich minder wichtigen, aber historisch sehr wertvollen Episoden von mehr scholastischem Gepräge oder die Kritik von Büchern, die uns heute einer solchen nicht für wert erscheinen, in der Übersetzung beseitigen, so würde allerdings das Werk vielleicht in noch glänzenderem Lichte erscheinen, ohne dafs die materielle Belehrung, die man auch jetzt noch aus ihm schöpfen kann, wesentlich beeinträchtigt würde; aber das Verständnis für den bedeutsamen Umschwung in der Geschichte der Wissenschaft, den Galilei in so hervorragender Weise herbeiführen half, würde damit nur getrübt und erschwert. Die Geschichte, namentlich die einer Wissenschaft, macht eben keine

Sprünge: wie das Neue schon vor Galilei in Keimen angelegt war, so ist das Alte in ihm und um ihn noch nicht völlig erstorben, er kämpft in sich dagegen an und doch übt es noch Einfluſs auf Stoff und Form seiner Untersuchungen. Die Spuren davon wegzutilgen darf man sich meines Bedünkens nicht erlauben, wenn man Interesse für die Wandlungen wissenschaftlicher Anschauungen erwecken, nicht aber einen Heroenkultus fördern will, der auf keinem Gebiete Segen stiftet.

Eine Geschichte des Buches, die bei dem Interesse, das sie von jeher erweckt hat, nicht wohl entbehrt werden kann, ist in der Einleitung gegeben, die wichtigsten sonstigen Thatsachen aus Galileis Leben sind mit hinein verflochten. Die Anmerkungen, die zum Teil recht groſse Mühe verursacht haben, enthalten teils historische, teils sachliche Notizen; auſserdem berichtigen sie irrige Anschauungen Galileis. Da ich mir die Ausgabe auch in Händen von Schülern unserer höheren Schulen denke, wird man hoffentlich diese heutzutage nicht eben schwierige Kritik immerhin als erwünschte Zugabe betrachten.

Der Übersetzung ist der Text der Editio princeps zu Grunde gelegt, wiewohl derselbe durch viele Druckfehler entstellt ist. Manche derselben schleppen sich durch alle italienischen Ausgaben hindurch; in solchen Fällen habe ich wohl in den Anmerkungen auf die Unrichtigkeit der Lesart aufmerksam gemacht; eine eigentliche Textkritik jedoch einer Übersetzung beizufügen, erschien mir überflüssig und unzweckmäſsig.

Als einen besonderen Vorzug vor den verbreiteteren italienischen Ausgaben möchte ich erwähnen, daſs die Randinhaltsangaben, die sogenannten Postillen, der Editio princeps sich in vorliegender Ausgabe wirklich da befinden, wohin sie gehören. Hingegen ist die alphabetische Zusammenstellung derselben am Schlusse des Buches, deren Wert in der Übersetzung noch problematischer sein würde als im Original, durch ein Namen- und Sachregister ersetzt. — Die handschriftlichen Zusätze Galileis zu dem in der paduanischen Seminarbibliothek aufbewahrten Exemplar des Dialogs sind fast vollständig übersetzt und zwar auf Grund der Publikation Favaros.[1]) Dabei sind diejenigen sechs Einschaltungen (p. 22, 32, 104, 260, 264, 343), welche Galilei selbst an eine bestimmte Stelle des Dialogs verwies, in den Text aufgenommen und durch *kursiven Druck* ausgezeichnet, die übri-

1) Le Aggiunte Autografe Di Galilei Al Dialogo Sopra I Due Massimi Sistemi Nell' Exemplare Posseduto Dalla Biblioteca Del Seminario Di Padova. Modena, Società Tipografica 1880.

gen an den Schluſs des ganzen Werkes gestellt. Unübersetzt geblieben sind nur abgerissene, mir unverständlich gewesene Sätze.

Von Galilei herrührende oder auf ihn bezügliche Schriften sind citiert, soweit sie darin enthalten sind, nach dem von Eugenio Albèri veranstalteten Sammelwerke[1]): Le Opere Di Galileo Galilei. Prima Edizione Completa etc. Firenze Società Editrice Fiorentina 1842—1856 (15 Bde. und ein Supplementbd.). Um anderwärts sich findende Citate auch in der Übersetzung leicht auffindbar zu machen, sind am Kopfe jeder Seite die Albèrischen Seitenzahlen angegeben. Die im Erscheinen begriffene Edizione nazionale, bezw. die genaue Reproduktion derselben, welche vom italienischen Unterrichtsministerium unter der Leitung des um die Galileistudien hochverdienten Antonio Favaro, Professors in Padua, veranstaltet wird, habe ich leider nicht mehr benutzen können, da bis jetzt nur der erste Band erschienen ist.

Es erübrigt mir die überaus angenehme Pflicht, allen denen aufs wärmste zu danken, die mich bei der Lösung meiner Aufgabe unterstützt haben, insbesondere dem eben genannten Herrn Ant. Favaro, sowie Herrn Dr. Emil Wohlwill in Hamburg, die beide in liebenswürdiger Weise jeder an sie gerichteten Bitte entsprachen, ohne die damit verknüpfte, bisweilen recht erhebliche Mühe zu scheuen. In den Anmerkungen sind die Notizen, die ich diesen Herren verdanke, als von ihnen herrührend kenntlich gemacht; der fördernde Einfluſs aber, den ich durch ihre Schriften sowohl wie durch briefliche Mitteilungen erfahren habe, erstreckt sich viel weiter, als danach scheinen könnte. — Desgleichen sage ich wärmsten Dank der Verwaltung der Biblioteca Nazionale zu Florenz, die mir durch gütige Vermittelung der Königl. preuſsischen Unterrichtsverwaltung zugänglich gemacht wurde, sowie den Verwaltungen der Königl. Bibliothek zu Berlin, der Bibliotheken zu München, Darmstadt, der Stadtbibliothek und der Freiherrl. Karl v. Rothschildschen Bibliothek zu Frankfurt a M., desgleichen dem Inhaber der Firma Joseph Baer & Co. daselbst, der mir aus seinem reichen Antiquariate mit gröfster Uneigennützigkeit das für meine Zwecke Erforderliche zur Verfügung stellte. — Für das bereitwillige Entgegenkommen des Herrn Verlegers gegenüber meinen Wünschen in Bezug auf Ausstattung bin ich ihm von Herzen verpflichtet.

Frankfurt a/M., September 1891.

E. Strauſs.

1) Die Citate aus dem Dialog selbst sind nach der Seitenzahl vorliegender Übersetzung angeführt.

Einleitung.

Im folgenden soll eine kurze Darstellung der wichtigsten Thatsachen aus Galileis Leben gegeben werden unter Hervorhebung dessen, was mit seiner Stellung zur kopernikanischen Lehre und mit der Geschichte des Dialogs zusammenhängt.

Galileo Galilei wurde im Jahre 1564 zu Pisa geboren, nach der gewöhnlichen, nicht ganz verbürgten[1]) Annahme am 18. Februar (a. St.). Sein Vater Vincenzio, Tuchhändler in Florenz, ein Mann von feiner Bildung, Kenner der Mathematik und noch mehr der Musiktheorie, hatte sich mit seiner Gemahlin Giulia kurz vorher nach Pisa begeben. Dort verlebte Galilei mindestens die ersten zehn Jahre seines Lebens. Da die Mittel der Familie kärglich waren, konnte der Knabe nicht eben einen hervorragenden Unterricht genieſsen. Doch erlangte er bei seinen natürlichen Gaben schon frühzeitig eine groſse Fertigkeit in den klassischen Sprachen und lernte die römischen und griechischen Autoren gründlich kennen. Späterhin studierte er, wahrscheinlich in der Klosterschule von Vallombrosa, Logik und Dialektik. Im Jahre 1580 oder 81 bezog Galilei die Universität seines Geburtsortes Pisa — die Familie war inzwischen wieder nach Florenz übergesiedelt — um dort nach dem Wunsche des Vaters dem damals einträglichsten Studium der Medicin obzuliegen. Indessen interessierten ihn philosophische Studien mehr, wenngleich die herrschende Schule ihn nicht befriedigen konnte. Diese nannte sich die peripatetische: sie wollte damit ihre Verwandtschaft mit der von Aristoteles gegründeten peripatetischen Schule des Altertums zum Ausdruck bringen. Doch ist es keineswegs statthaft, alle von den Peripatetikern jener Zeit vertretenen Meinungen als wirklich aristotelisch zu betrachten, da vielfach eine mifsverständliche Auffassung des Aristoteles dabei zu Grunde lag. Galilei bekämpfte damals schon bei Gelegenheit akademischer Disputationen die aristotelischen und pseudo-aristotelischen Ansichten

1) Vgl. Favaro, Galileo Galilei e lo studio di Padova. Firenze 1883. Vol. I. p. 5.

aufs lebhafteste. In weit höherem Maſse als Aristoteles zog ihn Plato an, von dem er — nicht immer richtig — manche Lehren, insbesondere auf das Wesen der Erkenntnis bezügliche, auch im Dialoge mit Vorliebe zur Sprache bringt. Vor allem aber suchte er aus eigener Kraft zur Erkenntnis durchzudringen, ohne auf die Worte eines Meisters zu schwören; es dürstete ihn nach Ideen und Thatsachen, die Schulphilosophie aber bot ihm nichts als Worte.

Zu jener Zeit soll er nach der Erzählung Vivianis[1]), als er im Dome von Pisa das Schaukeln einer Lampe beobachtete, die Unabhängigkeit der Schwingungsdauer eines Pendels von der Gröſse des Ausschlags, den sogenannten Isochronismus der Pendelschwingungen, entdeckt und auf Grund dieser Entdeckung einen Apparat zur Messung der Häufigkeit des Pulsschlags ersonnen haben. Bis zu seinem neunzehnten Lebensjahre hatte Galilei noch keine Gelegenheit gehabt, sich mathematische Kenntnisse anzueignen. Als ihm aber die ersten Elemente der Geometrie durch Ostilio de' Ricci, einen Freund seines Vaters, bekannt geworden waren, wurde er von glühender Begeisterung für die Mathematik erfüllt, sodafs er, anfänglich gegen den Wunsch seines Vaters, sich ihr ganz zu widmen beschlofs. Er studierte zunächst Euklid, später aber beschäftigten ihn besonders die Schriften des Archimedes. Er konstruierte im Verfolg dieser Studien eine Art hydrostatischer Wage, die auf dem archimedischen Satze von dem Gewichtsverluste eines in eine Flüssigkeit eintauchenden Körpers beruhend, das Mischungsverhältnis zweier Metalle zu bestimmen erlaubte.[2]) Da die archimedischen Grundsätze der Hydrostatik mit der Annahme absolut leichter Körper, d. h. solcher Körper, die den „natürlichen Trieb" haben sich vom Weltmittelpunkt zu entfernen, unvereinbar sind, andererseits aber diese Lehre des Aristoteles von den schweren und leichten Körpern einen Grundstein in dem Gebäude seiner Naturphilosophie bildet, so trug sicherlich die Beschäftigung mit Archimedes nicht wenig dazu bei, seine Abneigung gegen die peripatetische Schule zu verstärken. — Aufserdem behandelte Galilei damals verschiedene Sätze über den Schwerpunkt fester Körper, die er mehreren angesehenen Mathematikern zur Begutachtung vorlegte, u. a. dem Lektor der Mathematik in Padua, Moletti, dessen Nachfolger im Amte er später werden sollte.

1 Op. XV, 332.

2) Wir besitzen über diesen Apparat eine kleine Abhandlung Galileis, die erst nach seinem Tode gedruckt wurde: La bilancetta, nella quale, ad imitazione d'Archimede nel problema della corona, s'insegna a trovare la proporzione del misto di due metalli, e la fabbrica dello strumento. Op. XIV, 199—205.

Daneben fesselte ihn zu jener Zeit die Lektüre Dantes, wie denn Galilei sein ganzes Leben hindurch ein begeisterter Verehrer der Dichtkunst, der Musik und der bildenden Künste blieb, der sich auf allen diesen Gebieten auch mit Glück selbstthätig, wenngleich nur als Dilettant, versuchte. Über Dantes Inferno hielt er, wahrscheinlich 1587 oder 1588, in der florentinischen Akademie zwei Vorträge, die erst im Jahre 1855 gedruckt worden sind. Man hat aus einer Stelle dieser Vorlesungen[1]) schliefsen wollen, dafs Galilei damals noch Anhänger des ptolemäischen Systems war, insofern dort der Mittelpunkt der Erde als identisch mit dem der Welt betrachtet wird. Obgleich er nun damals thatsächlich noch nicht Kopernikaner war, wie wir sehen werden, so reicht doch die angeführte Begründung nicht aus; denn Galilei konnte bei einer Erläuterung der Divina Commedia sich auf keinen anderen Standpunkt stellen als auf den Dantes. Ob er ihn teilte, darüber sich bei solcher Gelegenheit auszulassen, wäre überflüssig, ja geschmacklos gewesen.

In dem gleichen Jahre 1587 betrat Galilei zum ersten Male den Boden Roms, der späterhin der Schauplatz so denkwürdiger Erlebnisse für ihn werden sollte. Er suchte bei dieser Gelegenheit die Bekanntschaft mit dem Jesuiten Clavius[2]), damals dem angesehensten Astronomen und Mathematiker in Italien. Er stand mit ihm bis zu dessen 1612 erfolgtem Tode in freundlichen Beziehungen, sie erlitten freilich während Galileis paduanischer Professur eine Unterbrechung, da dieser in Diensten der venetianischen Republik sich gegenüber den Jesuiten, die im Jahre 1606 aus allen Territorien der Republik vertrieben wurden, grofse Zurückhaltung auferlegen mufste. Der Kommentar des Clavius zur „Sphaera“ des Sacrobosco galt damals — vom Standpunkte der Antikopernikaner mit Recht — als das beste Lehrbuch der Elemente der Astronomie und erlebte zahlreiche Auflagen.[3]) Selbstverständlich kannte und benutzte es Galilei, wovon auch im Dialoge deutliche Spuren bemerkbar sind. — Als Galilei sich mit Clavius in Rom in Verbindung setzte, war wohl sein Hauptzweck durch Empfehlung seitens des einflufsreichen Mannes eine Professur

1) Op. XV, 15.

2) Christoph Clavius, geboren 1537 zu Bamberg, ist am bekanntesten durch seine Wirksamkeit zu Gunsten der gregorianischen Kalenderreform, die in Italien im Jahre 1582 eingeführt wurde.

3) Der Titel der mir vorliegenden 3. Auflage lautet: Christophori Clavii Bambergensis ex societate Jesu in sphaeram Ioannis de Sacro Bosco Commentarius. Nunc tertio ab ipso auctore recognitus, plerisque in locis locupletatus. Romae, ex officina Dominici Basae MDLXXXV.

an einer der italienischen Universitäten zu erhalten. Wenigstens sehen wir ihn vorher und nachher bemüht, eine solche Stellung zu erlangen, die ihm bei seinen kärglichen Mitteln schon aus materiellen Gründen höchst wünschenswert erscheinen mufste. Durch Vermittlung des zu jener Zeit sehr angesehenen Mathematikers Marchese Guidobaldo del Monte, der ihn dem Grofsherzog von Toskana, Ferdinand I., warm empfahl, wurde denn in der That Galilei im Jahre 1589 für drei Jahre zum Lektor der Mathematik in Pisa ernannt. Angenehm war diese Stellung freilich nicht; abgesehen von dem kärglichen Gehalte, das er bezog, stand er mit seinen Kollegen, zu denen der fanatische Gegner aller Neuerungen Giulio Libri gehörte, auf dem denkbar schlechtesten Fufse; nur zu Jacopo Mazzoni, unter dessen Leitung er philosophische Studien trieb, stand er in freundschaftlichen Beziehungen. Die Lossagung von der aristotelischen Naturphilosophie, die Anerkennung, welche G. den bedeutsamen Ideen Benedettis[1]) zollte, das waren Dinge, welche die herrschende Schule aus sachlichen und persönlichen Gründen nicht verzeihen konnte.

Aus der Zeit der Pisaner Professur stammen verschiedene Abhandlungen über mechanische Fragen, in denen der jugendliche Forscher noch mühsam mit dem Stoffe ringt. Die bekannteste ist eine in dialogischer Form abgefafste Schrift, die *Sermones de motu gravium*. Dieselbe ist zum ersten Male in der Albèrischen Ausgabe der Werke (XI, 9—55) im Jahre 1854 veröffentlicht worden; es sind ihr fünf weitere kleine Abhandlungen beigefügt, die von dem Herausgeber offenbar irrig[2]) in eben jene Zeit verlegt werden, während sie teilweise augenscheinlich auf einem weit vorgeschritteneren Standpunkt stehen. In der neuerdings erscheinenden Ausgabe der galileischen Werke, die von Favaro besorgt wird, sind noch andere interessante, der pisanischen Zeit angehörige Aufsätze über Bewegungsfragen enthalten. (I, 243—366.) Die Sermones dürfen jedoch als das Reifste aus jener Periode angesehen werden, wir beschränken uns daher auf deren Besprechung. Zunächst erkennen wir aus der unbedingten Verehrung, mit der G. im Gegensatz zu späteren Äufserungen in dieser Schrift von Ptolemäus spricht[3]), und aus der Bemerkung, der Erde sei die Ruhe „angenehmer"

1) Giovanni Battista Benedetti (1530—1590), Venetianer von Geburt, war in wichtigen Fragen der Mechanik ein Vorläufer Galileis. Auch er war leidenschaftlicher Gegner der Peripatetiker. Sein Hauptwerk: Diversarum speculationum math. et physicarum liber. Taurini 1585.

2) Darauf hat Wohlwill aufmerksam gemacht (Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes, Weimar 1884. p. 31ff.), dem wir uns in unserer Darstellung auch sonst bisweilen anschliefsen. 3) Op. XI, 11.

als die Bewegung[1]), dafs er damals wirklich noch Anhänger des ptolemäischen Weltsystems war. Weiterhin aber finden wir, dafs er in der Bewegungslehre die Anschauungen Benedettis, der freilich in keiner galileischen Schrift namentlich erwähnt wird[2]), im wesentlichen sich aneignet und in eigentümlicher Weise weiterbildet. In erster Linie bekämpft er in ganz ähnlicher Weise wie im Dialog über die Weltsysteme[3]) die sonderbare aristotelische Anschauung, dafs bei „gewaltsamen" Bewegungen (wie z. B. bei horizontalem und vertikalem Wurfe) die Ursache des Andauerns der Bewegung in der Bewegung des Mediums zu suchen sei; G. führt dasselbe vielmehr wie Benedetti auf eine *virtus impressa*, auf eine dem Körper von der ursprünglichen Bewegungsursache (etwa dem schleudernden Arme) eingeprägte Kraft zurück, mit anderen Worten auf das Beharrungsvermögen. Er hat über diese *virtus impressa* freilich noch sehr unrichtige Anschauungen, nimmt namentlich an, dafs dieselbe mit der Zeit abnehme und schliefslich erlösche; hingegen giebt er sich keiner Täuschung darüber hin, dafs dieses Wort das Wesen der Sache nicht enthülle, wie gleichfalls im Dialog über die Weltsysteme ausgeführt wird.[4]) Zu einem völlig konsequenten Standpunkte bezüglich des Beharrens der Bewegung ist er, wie sich später zeigen wird, zeitlebens nicht gelangt, sodafs es nur sehr bedingt richtig ist, Galilei die Entdeckung des Beharrungsgesetzes zuzuschreiben. — Auch die Unterscheidung zwischen gewaltsamer und natürlicher Bewegung, die eines der schwersten Hindernisse für den Fortschritt der Mechanik bildete, wird in den Sermones beibehalten, und auch diese Fessel hat Galilei nie ganz abgestreift. Mit Lebhaftigkeit bekämpft er hingegen unter Bezugnahme auf seine Studien zu Archimedes die Existenz absolut leichter Körper, während er wiederum die aristotelische Lehre von den über einander geschichteten vier Elementarsphären und von deren Umschliefsung durch die Mondsphäre anerkennt. Weiterhin folgt die Untersuchung, ob bei Übergang einer Bewegung in die entgegengesetzte ein Ruhezustand eintreten müsse; er verneint diese Frage im Gegensatze zu Aristoteles. Auch im Dialoge über die Weltsysteme wird die Sache gestreift, ohne aber ausführlichere Behandlung zu finden.[5]) Sodann

1) Op. XI, 18.

2) Dagegen wird der averroistische Peripatetiker Girolamo Borro citiert; auf ihn nimmt auch der Dialog über die Weltsysteme Bezug. Übrigens citiert Galilei überhaupt wenig, und seine Citate sind nicht selten formell wie sachlich ungenau.

3) Man vgl. XI, 13—15 mit Dial. 157—161.

4) Vgl. Op. XI, 18 und Dial. 249f.

5) Dial. p. 293.

kommt G. auf die falsche, ja thörichte aristotelische Behauptung zu sprechen, dafs die Fallgeschwindigkeit proportional dem Gewichte und umgekehrt proportional der Dichtigkeit des Mediums sei. Neben vielen zutreffenden und scharfsinnigen Bemerkungen über diesen Gegenstand tritt doch noch eine völlig unzureichende Anschauung über den Verlauf der Fallbewegung und die dabei wirksamen Ursachen hervor. G. meint, die Verzögerung beim Emporsteigen eines in die Höhe geworfenen Körpers rühre von der Abnahme der *virtus impressa* her; im Augenblicke, wo diese sich bis zum Betrage der Schwere vermindert habe, finde der Umschlag der Bewegung in die entgegengesetzte statt; anfänglich sei dabei noch immer ein Rest derselben vorhanden, sodafs aus diesem Grunde die Bewegung nach unten erst langsamer, dann schneller erfolge; von dem Momente, wo die *virtus impressa* ganz aufgezehrt sei, werde die Bewegung gleichförmig. Diese letzteren Ansichten stehen sogar hinter dem, was Benedetti geleistet hatte, beträchtlich zurück, einen so grofsen Fortschritt gegen die herrschenden Anschauungen andererseits schon die Art der Problemstellung, nämlich das Eingehen auf den faktischen Verlauf der Bewegung, bekundet. Übrigens begnügte sich G. nicht mit diesen theoretischen Erörterungen, er stellte auch wirkliche Fallversuche an und zwar von dem berühmten schiefen Glockenturme von Pisa, der sich zu solchen ganz besonders eignete. „Von der Höhe dieses Turmes erlitt die peripatetische Philosophie einen Schlag, von dem sie sich nie wieder erholte.“[1])

Der Hafs seiner Kollegen und eines Halbblutprinzen des Hauses Medici, welchen er durch eine freimütige Kritik einer von diesem erfundenen Maschine sich zum Gegner gemacht hatte, zwang ihn nach Ablauf des Triennium im Jahre 1592 seine Stellung in Pisa aufzugeben. Galilei, dessen Vater inzwischen gestorben war, und auf dem die Sorge für seine Geschwister lastete, mufste sich nach einer anderen Stellung umsehen. Wiederum leistete ihm der Marchese del Monte vortreffliche Dienste; durch seine Empfehlung gelang es Galilei, die seit vier Jahren vacante Stelle eines Lektors der Mathematik in Padua zu erhalten. Die Bestallungsurkunde ist datiert vom 26. September 1592, am 7. December hielt er in Padua seine Antrittsrede. — Eine glücklichere Wahl hätte G. nicht treffen können, denn nirgends sonst in Italien wurden der Forschung so wenig äufsere Hindernisse in den Weg gelegt als auf dem Boden der Republik Venedig. Die Jahre, die er in Padua verlebte, waren denn auch seine glücklichsten und an wissenschaftlichen Ergebnissen reichsten. Zwar sind seine bedeutendsten

1) Favaro, Galileo Galilei e lo studio di Padova I, 42.

Werke erst nach Ablauf dieser Periode geschrieben, das Material dazu aber hatte er gröfstenteils in Padua gewonnen. Uns interessiert dabei vorwiegend sein Verhältnis zur kopernikanischen Lehre und den sonst im Dialoge behandelten Materien.

Wie und wann Galilei zuerst von der kopernikanischen oder der „pythagoreischen“[1]) Lehre, wie man sie damals nannte, Kunde bekam, steht nicht fest; auch ist dieser Frage eine besondere Wichtigkeit nicht beizumessen. Denn mag auch die neue Lehre in jener Zeit wenig Anhänger auf italienischem Boden gezählt haben, bekannt war sie allenthalben. Jeder Verfasser eines Lehrbuchs der Astronomie fühlte sich verpflichtet von ihr zu reden, freilich nur um sie zu verurteilen, wo nicht gar sie lächerlich zu machen. Ja selbst vor den Zeiten des Kopernikus pflegte man die Unmöglichkeit einer Erdbewegung nach dem Vorgange des Aristoteles, des Ptolemäus und speciell des Sacrobosco, des Verfassers der oftmals kommentierten „Sphaera“, zu beweisen. Es lag also jetzt um so näher, auf die moderne Erneuerung und Vertiefung des antiken Gedankens der Erdbewegung hinzuweisen, wie sie von seiten des Kopernikus stattgefunden hatte. Was in den früheren astronomischen Kompendien dem Leserkreise und selbst dem Verfasser mehr als müfsiger Ballast, als übertrieben gewissenhafte Gründlichkeit erscheinen mochte, insofern es sich um die Widerlegung einer Ansicht handelte, die niemand mehr ernstlich teilte, das gewann immerhin, seitdem wieder Vertreter dieser Ansicht unter den Lebenden geweilt hatten, aktuelles Interesse. Freilich wurde die Bedeutung des Mannes und seiner Sache in Italien, wenn wir von Giordano Bruno absehen, verkannt[2]) und die Argumente, die man gegen die neuerstandene Lehre anzuführen hatte, waren noch immer die fadenscheinig gewordenen, bis zum Überdrufs wiederholten der Vergangenheit. Aber der Name des Kopernikus und die Schlagworte seiner Lehre, wenn auch nicht immer die gründliche Detailausführung seines Systems, waren jedem

1) Einzelne Philosophen der pythagoreischen Schule, wie Philolaus, Heraclides, Ecphantus sprachen allerdings von einer Bewegung der Erde, aber in so unbestimmter Weise und in so ungenügender Begründung, dafs man sie als wirkliche Vorläufer des Kopernikus nicht ansehen darf, wiewohl Kopernikus selbst sie als solche nennt. Anders steht es mit Aristarch aus Samos, der in der That das Richtige mit grofser Bestimmtheit aussprach und dessen Lehre daher auch im Altertume ebenso verketzert wurde wie im Jahre 1616 die des Frauenburger Domherrn. (Vgl. Plut. de fac. in orbe lunae VI, 3.)

2) Als kenntnisreicher Astronom, dessen Beobachtungen Beachtung verdienten, wurde K. übrigens in Italien bisweilen anerkannt, so von Magini. Vgl. Libri hist. des sciences math. en Italie IV, 43.)

Fachmanne bekannt, nicht sowohl durch das Studium seines Werkes[1]) als in der Regel durch Darstellungen aus dritter und vierter Hand. Danach ist die Frage, wer Galilei mit dem kopernikanischen Systeme bekannt gemacht habe, ebenso unberechtigt, wie wenn man heutzutage feststellen wollte, durch welchen Anlafs ein Gelehrter von der Descendenztheorie Kenntnis erhalten habe; er selbst würde wahrscheinlich die Frage nicht beantworten können. Damit soll keineswegs behauptet werden, dafs der Baseler Christian Wursteisen, möglicherweise auch Mästlin, der Lehrer Keplers, von denen der eine gewifs, der andere nach unverbürgten Nachrichten vielleicht, in Italien für das System Propaganda machte, sich keine Verdienste um die Sache erworben hätten; aber anzunehmen, dafs Galilei durch Zufälligkeiten, wie die Wandervorlesungen Wursteisens[2]) zu dem sein Leben und Wirken beherrschenden Standpunkte gebracht worden sei, ist verfehlt. Galilei war wahrlich nicht der Mann, der die Argumente gegen eine Lehre immer wieder zu seinen Ohren dringen liefs, ohne eine selbstständige vorurteilsfreie Prüfung derselben anzustellen. Er wird sehr bald das Werk des Kopernikus zur Hand genommen haben, ob er nun zu Füfsen Wursteisens gesessen, oder von dessen Vorträgen durch Dritte Kunde bekommen hat, oder ob nichts derart geschehen ist. Da Wursteisen schon 1588 starb, Galilei aber noch nach dieser Zeit, wie wir sahen, dem kopernikanischen Systeme fremd gegenüberstand, so ist eine unmittelbare Einwirkung des einen auf den anderen unglaublich. Man kann höchstens zugeben, dafs eine gewisse mittelbare Anregung durch solchen äufseren Anlafs gegeben wurde. Genug, wir wissen mit Bestimmtheit von keiner Lebensperiode Galileis, in der er beide Systeme kannte und dabei dem ptolemäischen vor dem kopernikanischen innerlich den Vorzug gegeben hätte. — Dafs ihn freilich äufsere Rücksichten bewogen, seine wahren Überzeugungen zu verschweigen, ja zu verleugnen, ist ebenso gewifs. In seiner Stellung als Lektor der Mathematik in Padua, welche ihm die Kollegien „Sphaera“ und „Theoricae planetarum“ zur Pflicht machte, war es unvermeidlich

1) Der Titel des im Todesjahre des Verfassers erschienenen Werkes lautet: Nicolai Copernici Torinensis De Revolutionibus Orbium cœlestium Libri VI. Habes in hoc opere iam recens nato, et ædito, studiose lector, motus stellarum. tam fixarum quam errantium, cum ex ueteribus, tum etiam ex recentibus observationibus restitutos: et nouis insuper ac admirabilibus hypothesibus ornatos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex quibus eosdem ad quoduis tempus quam facillime calculare poteris. Igitur eme, lege, fruere. *Ἀγεωμέτρητος οὐδεὶς εἰσίτω.* Norimbergae apud Joh. Petreium, Anno MDXLIII.

2) Vgl. Dial. p. 133f.

in der Frage der Weltsysteme Partei zu ergreifen; in welchem Sinne er es that, lehrt uns ein gedrängter, für die Hand seiner Schüler bestimmter Auszug seines Kollegs über sphärische Astronomie, der erst nach seinem Tode im Jahre 1656 gedruckte *Trattato della Sfera o Cosmografia* (Op. III, 1—52). Galilei behandelt darin in der damals üblichen Weise, nur mit ganz besonderer Klarheit, den üblichen Stoff. Er beweist die Kugelgestalt und die kreisförmige Bewegung des Himmels, die Kugelgestalt der Erde, ihre centrale Stellung, ihre Kleinheit im Vergleich zu der Himmelskugel, ihre Unbeweglichkeit, die doppelte Bewegung der Himmelskörper; er spricht dann von den verschiedenen auf der Himmelskugel angenommenen Kreisen, erläutert die ungleiche Tagesdauer, die Verschiedenheit der Jahreszeiten in den verschiedenen Erdzonen, die Mond- und Sonnenfinsternisse, die Mondphasen, die Präcession. Überall spricht er so, wie ein innerlich überzeugter Anhänger des ptolemäischen Systems sich nicht anders ausdrücken würde, ja man kann aus dieser Abhandlung die landläufigen Ansichten, die Galilei später so energisch bekämpfte, vielleicht am besten kennen lernen. Nur in der Frage der Achsendrehung der Erde legt er sich eine gewisse Zurückhaltung auf, indem er nicht wie sonst in dieser Schrift das althergebrachte Räsonnement ohne weiteres sich aneignet, sondern die angeblichen Gründe des Ptolemäus gegen diese Art der Bewegung nur als solche mitteilt und so diesem die Verantwortung für ihre Richtigkeit überläfst.[1]) Man mag daraus vielleicht schliefsen wollen, dafs Galilei noch nicht vollüberzeugter Anhänger des Kopernikus war, dafs er einstweilen nur die Achsendrehung der Erde billigte, als er die Schrift abfafste, was vermutlich in den ersten Jahren seines Aufenthaltes in Padua geschah; sicher ist, dafs dieselbe noch 1606 und später in den Händen seiner Schüler sich befand, als er schon längst ins kopernikanische Lager übergegangen war. Seine wahre Ansicht geht hervor aus den 1597 geschriebenen Briefen, von denen der eine an den oben genannten Jacopo Mazzoni[2]), der andere an Kepler gerichtet ist, welchem er für den ihm übersandten *Prodromus dissertationum cosmographicarum* dankt.[3]) Einen besonderen Vorwurf kann man gegen Galilei wegen der Verheimlichung seiner Überzeugung nicht erheben. Die Argumente, auf welche er in späterer Zeit sich in erster Linie beriet, standen ihm damals noch nicht zu Gebote; seine Amtspflicht erheischte nichts weiter von ihm

1) Op. III, 18.
2) Op. II, 1.
3) Op. VI, 11.

als die Überlieferung des hergebrachten Stoffes, auch seine Schüler erwarteten von ihm schwerlich etwas Anderes. Jede erhebliche Neuerung, die er in seinem öffentlichen Unterrichte etwa vorzunehmen gewagt hätte, würde seinen schon damals zahlreichen Gegnern willkommenen Anlafs geboten haben, ihn lächerlich und damit auf dem Katheder unmöglich zu machen. Galilei mufste sich sagen — und bei den unsittlichen Verhältnissen, den Kabalen und Ränken, die an italienischen Universitäten der damaligen Zeit auch schon im Schwange waren, kann man ihm nicht Unrecht geben — er mufste sich sagen, dafs er durch vorzeitiges Aussprechen seiner Überzeugung das Ohr seiner Schüler verlieren werde, dafs er damit auch in Zukunft sich der Möglichkeit beraubte, im Dienste der Wahrheit thätig zu sein, und dafs es nicht nur aus persönlichen, sondern auch aus sachlichen Gründen klüger sei zu warten, bis er ein die Gegner erdrückendes Beweismaterial aufgehäuft habe. Erhebt man doch noch heute zuweilen gegen den Entdecker der Jupiterstrabanten und der Phasenänderung der Venus den Vorwurf, er sei auch in der Folge noch mit ungenügenden Waffen in den Kampf für die Lehre von der Erdbewegung ausgezogen.[1]) Ob auch die Furcht vor einem Konflikt mit der Kirche ihn damals zurückhielt, läfst sich nicht mit Bestimmtheit sagen, so wahrscheinlich es auch ist. Diese hatte noch keine entschiedene Stellung zu der Lehre von der Erdbewegung genommen, wiewohl gerade zu der Zeit, wo Galilei nach Padua übersiedelte, die Inquisition Hand an Giordano Bruno, den begeisterten Anhänger des Kopernikus, legte. Da jedoch hierbei wesentlich andere Motive mitwirkten, da Galilei selbst in seinem Briefe an Kepler (vom 4. Aug. 1597)[2]), worin er seinem gepreſsten Herzen Luft macht, nur von Furcht vor dem Fluche der Lächerlichkeit, nicht geradezu von Furcht vor der Kirche spricht, so braucht man diese immerhin nicht für das damalige Verhalten Galileis verantwortlich zu machen. — Der Brief an Kepler beweist nun aber, dafs Galilei, mochte er sich äufserlich auch die gröfste Zurückhaltung auferlegen, unablässig thätig war, die Lehre des Kopernikus, der er „schon seit vielen Jahren“ anhing, innerlich zu verarbeiten. Er erzählt, dafs er mittels derselben viele nach der anderen Hypothese unverständliche Naturerscheinungen habe erklären können, und dafs er Gründe für die neue Lehre und Widerlegungen gegnerischer Gründe bereits niedergeschrieben habe. Diese letztere Bemerkung ist für die Ent-

1) So der verdienstvolle Jesuitenpater Angelo Secchi, so der Dominikaner Olivieri (S. Favaro, G. G. e lo studio di Padova I, 166).

2) Op. VI, 11.

stehungsgeschichte des Dialogs über die Weltsysteme von besonderer Wichtigkeit; denn die erwähnten Aufzeichnungen haben wir als den ersten Keim des Dialogs zu betrachten. Auch läfst sich wohl vermuten, dafs u. a. zu diesen ältesten, später freilich umgearbeiteten Stücken diejenigen Partieen des Dialogs gehören, welche zwar gegen die aristotelische Schule aufs schärfste Opposition machen, in welchen aber ein scholastisches Gepräge, eine Verwandtschaft mit der Denkmethode der bekämpften Schule unverkennbar ist. Dahin gehören die Stellen, wo Galilei gewissermafsen ein Konkurrenzunternehmen dem Aristotelismus entgegensetzen will, wo er aus metaphysischen Formeln, aus der Dreidimensionalität und der angeblich daraus folgenden Vollkommenheit der Welt, oder aus Sätzen wie „die Natur unternimmt nichts Vergebliches", aus der vermeintlichen Nutzlosigkeit der geradlinigen Bewegung und verwandten Betrachtungen die Erdbewegung wahrscheinlich zu machen versucht.[1]) Es starren uns diese Teile seltsam entgegen aus einem in vieler Beziehung so lebensfrisch und modern angehauchten Werke. Sie zeigen, ebenso wie manche andere, dafs Galilei nicht nur, als er sie in ihrer ersten Fassung niederschrieb, sondern auch weit später noch, als er sie umarbeitete und veröffentlichte, keineswegs der Fesseln ganz ledig war, deren er spottete. — Eine weitere Frage, zu der der Brief an Kepler Anlafs giebt, ist die: welche auf andere Weise unerklärlichen Naturerscheinungen konnte G. mittels der kopernikanischen Lehre damals schon erklären? Da er seine astronomischen Entdeckungen noch nicht gemacht hatte, da die Auffindung des Beharrungsgesetzes, soweit man von einer solchen sprechen darf, und die Untersuchungen über den Fall nicht unmittelbar mit der Frage der Weltsysteme zusammenhängen, so kann nur eine Anspielung auf das Phänomen von Ebbe und Flut und die damit zusammenhängenden Probleme vorliegen. Dies ist umsomehr anzunehmen, als Galilei auch in späterer Zeit von allen Naturerscheinungen gerade diese, und diese allein, für absolut unvereinbar mit dem ptolemäischen Systeme erklärte, wenn man nicht zur Erklärung durch ein Wunder seine Zuflucht nehmen wolle. Es steht sonach fest, wie ich glaube, dafs der im wesentlichen irrige Gedanke der Zurückführung von Ebbe und Flut auf die Erdbewegung schon dieser frühen Lebensperiode Galileis angehört. Eine fertige Formulierung seiner diesbezüglichen Ansichten liegt im Jahre 1610 vor, denn er erwähnt eine Abhandlung *de maris aestu* in dem bekannten Briefe vom 7. Mai jenes Jahres an Belisario Vinta.[2]) Daher ist es auch begreiflich, dafs Galilei selbst dann noch, als der Dialog längst

1) Dial. 20 ff. 2) Op. VI, 98.

auf viel breiterer Grundlage geplant und teilweise ausgeführt war, in seiner vermeintlichen Erklärung der Gezeiten den Ausgangs- und Zielpunkt der ganzen Darstellung erblickt und dies auch im Titel zum Ausdruck bringen will. Freilich mufs es auffallen, dafs wir bis zum Jahre 1615, abgesehen von dem Schreiben an Vinta, ihn diesen Gegenstand weder brieflich noch sonstwie behandeln sehen. Da indessen seine wissenschaftliche Thätigkeit in jenen Jahren voll und ganz dem Fallprobleme, rein astronomischen Untersuchungen und etwa noch hydrostatischen Fragen gewidmet war, so mag dadurch jener Gedanke einstweilen in den Hintergrund gedrängt worden sein, abgesehen davon dafs die Scheu vor einer öffentlichen Anerkennung der Lehre von der Erdbewegung, die seiner Erklärung der Gezeiten zu Grunde lag, ihn noch lange zurückhielt.

In den unvergleichlich fruchtbaren Jahren des paduanischen Aufenthalts kam zu dem Material, das späterhin im Dialog verarbeitet wurde, eine reiche Fülle hinzu. In jene Jahre fällt vor allem die Fortsetzung der in der pisanischen Zeit begonnenen mechanischen Untersuchungen. Erst in Padua, nicht schon in Pisa, wie seit Albèri vielfach angenommen wurde[1]), gelangte Galilei zu dem wichtigsten Forschungsergebnisse, das wir ihm überhaupt verdanken, zu den Gesetzen der Fallbewegung. So war er im Jahre 1602, wie aus dem Briefe an Guidobaldo del Monte vom 29. November 1602 hervorgeht[2]), im Besitze des schönen Satzes, welcher die Gleichheit der Falldauer längs sämtlicher, im tiefsten Punkte eines vertikalen Kreises endigenden Sehnen aussagt; es ist nicht wohl denkbar, dafs er zu diesem auch im Dialoge und in den Discorsi[3]) behandelten Satze gelangte, ohne zugleich das Gesetz der Fallbewegung zu kennen. Zwei Jahre später spricht er in einem Briefe vom 16. Oktober 1604 an Paolo Sarpi, den berühmten Geschichtsschreiber des tridentinischen Koncils, das Gesetz mit deutlichen Worten aus[4]); freilich versucht er damals noch, es aus einem falschen Princip abzuleiten, aus dem Princip, die erreichten Geschwindigkeiten seien proportional den durchfallenen Räumen. Eben deshalb mufs, wie Wohlwill[5]) hervorhebt, die klassische, den Discorsi zu Grunde liegende Abhandlung *de motu accelerato*[6]), welche bereits die Proportionalität der Geschwindigkeiten mit den Fallzeiten lehrt, erst nach der Zeit des Briefes an Sarpi entstanden sein. Wohl aber hatte Galilei schon in Pisa den annähernden Isochronismus

1) Vgl. oben p. X. 2) Op. VI, 20.
3) Dial. 471 und Op. XIII, 181. 4) Op. VI, 24.
5) S. oben p. X. 6) Op. XI, 74.

der Pendelschwingungen entdeckt und mit dem Wesen der beschleunigten Bewegung sich insofern vertraut gemacht, als er die Notwendigkeit des Durchlaufens aller Geschwindigkeitsstufen zwischen der Ruhe und einer erreichten Geschwindigkeit erkannt hatte. Diese Notwendigkeit wird späterhin im Dialog und in den Discorsi[1]) mit weit gröfserer Bestimmtheit und Klarheit dargelegt und betont, als in den *Sermones de motu gravium*, offenbar darum, weil das Verständnis gerade dieses Punktes Galilei selbst und seinen Zeitgenossen besondere Schwierigkeiten geboten hat. An und für sich haben diese Probleme mit der Streitfrage der Weltsysteme wenig zu schaffen: da sie jedoch als wichtige Episoden im Dialoge berührt werden, so hat es für den Leser ein Interesse über die Entstehungszeit der galileischen Untersuchungen orientiert zu sein.

In unmittelbarem Zusammenhang mit der Diskussion über das kopernikanische System stehen dagegen die Erörterungen Galileis über das Beharren der Bewegung; denn nur, wenn die von der Erdbewegung einem irdischen Körper mitgeteilte Bewegung diesem verbleibt, auch nachdem er nicht mehr in Verbindung mit der Erde steht, läfst sich das kopernikanische System mit den alltäglichen irdischen Vorgängen in Übereinstimmung bringen. Lange Zeit hindurch war es üblich, Galilei, eben weil er die Verträglichkeit der alltäglichen Erfahrung mit der Erdbewegung so klar erläutert hat, ohne weiteres als den Entdecker des Beharrungsgesetzes zu betrachten, desjenigen Teiles des Beharrungsgesetzes wenigstens, der aussagt, dafs ein in Bewegung befindlicher, unter dem Einflusse keiner bewegenden Kraft mehr stehender Körper sich geradlinig mit gleichförmiger Geschwindigkeit ohne Ende weiterbewegt. So frühe nun auch Galilei, wie wir sahen, in die Fufstapfen Benedettis tretend, von der wunderlichen aristotelischen Auffassung sich losgemacht hatte, so hat er doch niemals die erwähnte oder eine gleichwertige Formulierung des Beharrungsgesetzes ausgesprochen. Er kennt nur oder benutzt jedenfalls nur die eine vermeintliche Thatsache, dafs ein Körper bei horizontaler Anfangsbewegung, unter welcher G. stets eine Kreisbewegung um den Erdmittelpunkt versteht, diese Kreisbewegung in gleichförmiger Geschwindigkeit beibehält. Die einzige im Dialog enthaltene Andeutung einer allgemeineren Auffassung[2]) findet sich p. 184, wo gesagt wird, dafs die aus einem schräg gerichteten Rohre abgeschossene Kugel in Richtung

1) Dial. 22ff und Op. XIII, 156.

2) Es käme allenfalls noch die Stelle Dial. 202f. in Betracht, doch sagt auch diese nichts über die Geschwindigkeit der Beharrungsbewegung aus.

des Laufes weiterfliegen würde, wenn die Schwere sie nicht nach unten ablenkte. Dabei ist aber weder von der Gleichförmigkeit der ferneren Bewegung die Rede, noch wird eine allgemeine Formulierung versucht. Ebenso findet sich in den Discorsi eine lichtvolle Stelle[1]), wo „die begründete Vermutung" (*admodum rationabile videbitur, si accipiamus . . .*) des Beharrens auch in schiefer Richtung gelegentlich ausgesprochen wird, ohne dafs jedoch von dieser Erkenntnis in den späteren Entwicklungen Gebrauch gemacht würde, so naheliegend dies nach moderner Auffassung gewesen wäre. Am allerwenigsten hat Galilei je die Fallbeschleunigung aus dem Zusammenwirken der einmal erreichten Geschwindigkeit mit dem in jedem Moment hinzutretenden Impuls der Schwere abgeleitet. Näheres über das Verhältnis Galileis zum Beharrungsgesetz enthält die mehrfach erwähnte vortreffliche Studie Wohlwills; vgl. auch die Anmerkungen zu Dial. p. 20, 30, 148, 155 184, 187, 189. Hier sei nur bemerkt, dafs gerade der specielle Anlafs zu der Beschäftigung mit der Frage der Beharrung, nämlich die Vereinbarkeit der täglichen Erfahrung mit dem kopernikanischen System, ein Hindernis für die volle Erkenntnis war, insofern eben hierdurch nahegelegt wurde, die Beharrung in der Kreislinie als Naturgesetz anzusehen. Hätten ausschliefslich seine mechanischen Untersuchungen Galilei auf die Spur des Beharrungsgesetzes gebracht, so würde er schwerlich die reife Frucht ungepflückt gelassen haben. Da er aber um der kopernikanischen Lehre willen zunächst zu dem kreisförmigen Beharren um das Erdcentrum geführt wurde, und ein Zweifel an der strengen Gültigkeit dieser Art der Beharrung nie in ihm aufstieg, und da jene Kreisbewegungen keine Verallgemeinerung auf den Fall eines Beharrens in beliebiger Richtung zuliefsen, so war es ihm unmöglich einen festen unverrückbaren Standpunkt in dieser Frage zu gewinnen. „Und doch genügte, als Galilei seine Forschung abgeschlossen, ein Geist vom Range Balianis, ein klarer Kopf ohne hervorragende schöpferische Begabung, um den Worten des Meisters zu entnehmen, was dieser unausgesprochen gelassen hatte. Es genügte, möchte man sagen, dafs er als zweiter an die gleiche Gedankenfolge trat, dafs der Ursprung und die Entwicklungsgeschichte des neuen Princips ihm nicht ein innerlich Erlebtes waren und dafs eben deshalb jene beschränkenden Bestimmungen in der Formulierung und Auffassung für ihn die Bedeutung verloren hatten".[2]) Trotzdem die Formulierung des Gesetzes bei Galilei also nicht allgemein ist, da sie sich nicht auf beliebig gerichtete Anfangsbewegungen bezieht, ja strenge genommen

1) Op. XIII, 201. 2) Wohlwill, l. c. p. 112.

nicht richtig ist, insofern sie die Beharrung in der Kreislinie, nicht die geradlinige Beharrung behauptet, so ist dennoch der Wert seiner Ergebnisse nicht hoch genug anzuschlagen. Wenn es dafür noch des Beweises bedürfte, so brauchte man blofs die staunende Bewunderung in Betracht zu ziehen, mit der die Zeitgenossen die diesbezüglichen Stellen des Dialogs entgegennahmen[1]), die in der That nach Form und Inhalt zu den glänzendsten Partieen desselben zu zählen sind. Bei einigen der hierher gehörigen Betrachtungen läfst sich bis auf den Tag genau angeben, wann die erste Idee derselben dem Verfasser kam; so finden sich mitten zwischen Aufzeichnungen Galileis über Ausgaben und Einnahmen unter dem Datum des 11. April 1607 Notizen über die *ruzzola* (Rollscheibe) und über relative Bewegungen; es sind kurze Andeutungen dessen, was Sagredo im Dialog ausführlich erörtert.[2])

Ein weiterer im Dialog mehr episodisch behandelter Stoff[3]), dem Galilei in Padua seine vollste Aufmerksamkeit zuwandte, waren die magnetischen Erscheinungen. Wir finden ihn spätestens seit 1602 mit dem Studium derselben beschäftigt, angeregt offenbar durch das im Jahre 1600 erschienene Buch Gilberts „De Magnete". Mit seinen Freunden Fra Paolo Sarpi und Francesco Sagredo betrieb er gemeinsam die Lektüre des von ihm hochbewunderten Engländers, und wiederholte, ja überbot teilweise die Gilbertschen Versuche. Er adoptierte fast durchweg die Ansichten Gilberts; namentlich glaubte er irrigerweise wie dieser, dafs das ganze Erdinnere aus Magneteisen bestehe und dafs die Unveränderlichkeit der Erdachsenrichtung eine Folge des Erdmagnetismus sei; doch trat er anderen Irrtümern freimütig entgegen, wie der Vermutung Gilberts, dafs eine freischwebende Magnetkugel von selbst rotiere. Am Schlusse der Gespräche des dritten Tags widmet Galilei dem berühmten Zeitgenossen und seinen Leistungen eine ziemlich ausführliche Besprechung; er war sich bewufst, in ihm einen Mitstreiter zu haben, nicht nur für die kopernikanische Sache, sondern überhaupt für eine moderne Art des naturwissenschaftlichen Betriebs gegenüber der vergilbten Papierweisheit der Peripatetiker.

So wenig Galilei schon vor der Zeit seines glänzenden Eroberungszugs am Himmel die Wahrheit des kopernikanischen Systems bezweifelte, so sehr mufsten ihn doch die überraschenden Entdeckungen, die er mit Hilfe des von ihm verbesserten und zuerst für astronomische Zwecke benutzten Fernrohres machte, in seinen Ansichten bestärken

1) Vgl. Wohlwill, Beharrungsgesetz p. 77.
2) Favaro, G. G. e lo studio di Padova II, 189. Dial. 165ff., 180f.
3) Dial. 418—433.

und ihm den Wunsch nahelegen, auch die Zeitgenossen von der Bedeutung dieser Entdeckungen für die neue, scheinbar so phantastische Lehre zu überzeugen. Im März 1610 erschien sein „Sternenbote", der *Sidereus nuncius*, der allenthalben bei Freund und Feind gewaltigsten Aufruhr erregte. Vor allem waren es die im Januar desselben Jahres zuerst aufgefundenen Jupitersmonde, die mediceischen Gestirne, wie Galilei sie nannte, die mit unerbittlichster Klarheit dem sinnlichen Auge einerseits bewiesen, dafs das Centrum der Planetenbewegungen nicht durchweg die Erde sein könne, und die andererseits den weiteren wichtigen Einwand gegen die kopernikanische Lehre hinfällig machten, dafs ihr zufolge der Mond eine ungebührliche Sonderstellung einnehme, da er allein von allen beweglichen Himmelskörpern nicht die Sonne umkreisen sollte, sondern die Erde. Hatte man doch jetzt einen gar von vier Monden umkreisten Planeten. Die Analogie zwischen Erde und Himmelskörpern oder, wie man sich damals häufig ausdrückte, der Umstand, dafs die Erde ein Stern sei war der von den Gegnern vielleicht zumeist bestrittene Punkt der Diskussion; er wurde damit verständlich. Galilei deutet dies selber am Schlusse des Berichtes über die von ihm gemachten Entdeckungen an[1]) und wagt damit zum ersten Male öffentlich sich zu Gunsten der Lehre von der Erdbewegung auszusprechen. Nachdem er so lange verschwiegen, wessen sein Herz voll war, glaubte er durch die Wunderbotschaften, die er vom Himmel brachte, endlich das Recht erwirkt zu haben, seine Stimme für die fast greifbar gewordene Wahrheit zu erheben. Auch die gebirgige Natur des Mondes, die durch das Fernrohr erschlossen war, und die übrigen Analogieen zwischen Erde und Mond, welche ähnlich wie später im Dialog[2]) schon im Sidereus nuncius hervorgehoben werden, benutzte er als Argumente für die im wesentlichen gleichartige Natur der Erde und der Himmelskörper. Betreffs ausführlicherer Erörterungen verweist er wiederholt[3]) auf das Werk *De systemate mundi*.

Zum ersten Male seit dem Briefe an Kepler von Jahre 1597 hören wir damit wieder von schriftlichen Aufzeichnungen, welche die Lehre der Weltsysteme zum Gegenstande hatten. Was damals vermutlich kürzere Notizen oder kleinere Abhandlungen gewesen waren, hatte sich nunmehr ausgewachsen zu einem gröfseren Ganzen, das der Hauptsache nach wohl schon das enthalten sollte, was im Dialog uns vorliegt. Aus dem Briefe vom 7. Mai 1610 an den toskanischen Staatssekretär Belisario Vinta erfahren wir, dafs zu den Werken, mit deren Abfassung Galilei damals beschäftigt war, und für deren Vollendung

1) Op. III, 98. 2) Dial. 66 ff. 3) Op. III, 72, 73.

er die nötige Muſse ersehnte, auch zwei Bücher *De systemate seu constitutione universi* gehörten; er nennt sie eine „gewaltige Konception, voll philosophischer, astronomischer und geometrischer Untersuchungen.“ Soweit ihnen überhaupt damals eine fertige Gestalt zukam, scheinen sie in lateinischer Sprache und in Abhandlungsform, nicht dialogisch abgefaſst gewesen zu sein.

Die Ruhe, die zur Fertigstellung dieses wie der anderen geplanten Werke nötig war, hoffte Galilei nach 21-jähriger, von beispiellosem Erfolg begleiteter Lehrthätigkeit besser finden zu können, wenn er von der Pflicht des Kollegienlesens entbunden würde. So bewarb er sich denn um die Stellung eines Groſsherzoglich Toskanischen Mathematikers und Philosophen, auf die er um so eher rechnen durfte, als er dem Erbgroſsherzog Cosimo II., der nunmehr seit 1609 den Thron bestiegen hatte, während der Universitätsferien regelmäſsig mathematischen Unterricht erteilt hatte. Es waren gewiſs nicht bloſs materielle Gründe und ehrgeizige Absichten, die ihn zu diesem verhängnisvollen Schritte bewogen. Er dachte sicherlich vor allem durch den vielbeneideten Glanz, der den Hofmann nun einmal umstrahlte, hinreichende Autorität zu gewinnen, um seine innersten Überzeugungen aussprechen zu dürfen; er hoffte, daſs seine Feinde, die bornierten sowohl wie die boshaften, fernerhin nicht mehr wagen würden, die neuen von ihm vertretenen Gedanken lächerlich zu machen oder zu ignorieren. Er hatte empfunden, daſs zur Bekehrung der Massen gute Gründe nicht ausreichten; die Machtstellung des Mannes, nicht die Güte der Sache sah er auch in wissenschaftlichen Fragen häufig den Ausschlag geben; und da er endlich einen Erfolg seiner Mühen und Arbeiten sehen wollte, trachtete er danach, seine goldenen Früchte auch in silbernen Schalen aufzutischen. Aber es sollte die Zeit kommen, wo er nur allzu schmerzlich fühlte, daſs die scheinbaren Annehmlichkeiten seiner Stellung teuer erkauft waren durch Nachteile anderer Art. Der Ruhm seiner astronomischen Entdeckungen würde ihm, wo immer er seinen Wohnsitz aufschlug, trotz aller Neider die Aufmerksamkeit der ganzen wissenschaftlichen Welt gesichert haben. Und wären ihm auf dem Katheder zu Padua auch Kämpfe nicht erspart geblieben, der starke Arm der Republik Venedig, die selbst vor dem Bannstrahle des Papstes sich nicht beugte, hätte ihn vor dem äuſsersten geschützt, während das toskanische Fürstenhaus unter jesuitischem Einfluſs stand und nimmer gewagt hätte sich mit Rom zu überwerfen, am wenigsten dem Hofmathematikus zu liebe, mochte dieser auch ein Galilei sein.

Kurz vor seiner im September 1610 erfolgenden Übersiedlung nach Florenz fügte Galilei seinen astronomischen Entdeckungen eine

neue hinzu; er beobachtete Ende Juli 1610 die auffallende Gestalt des Saturn, den er für begleitet von zwei Nachbargestirnen hielt. Die wahre Figur zu ermitteln gelang ihm nicht, es blieb dies Huyghens vorbehalten. — Endlich fallen vielleicht noch in die nämliche Zeit, allerdings auf Grund von Zeugnissen, die aus bedeutend späterer Zeit stammen, auch die ersten Beobachtungen der Sonnenflecken, die indessen einstweilen zu unbestimmten Ergebnissen geführt haben müssen. Galilei würde sonst schwerlich verfehlt haben in seinem Briefwechsel mit Kepler und Belisario Vinta davon zu sprechen. Er selbst datiert in dem ersten Briefe an Welser diese Entdeckung vom November 1610, im Dialog aber schon aus der Zeit der paduanischen Professur.[1]) Ein erbitterter Prioritätsstreit, auf den wir mehrfach zurückzukommen haben, entspann sich später darüber und trug nicht wenig dazu bei, die künftigen Schicksale über Galilei heraufzubeschwören.

Gleich nachdem Galilei festen Fuſs in Florenz gefaſst hatte, richtete er von neuem sein Augenmerk auf die Litteratur über die Weltsysteme, er bittet alsbald den toskanischen Gesandten in Prag, Giuliano de' Medici, der mit dem gleichfalls dort weilenden Kepler engste Fühlung hatte, um Zusendung einschlägiger Bücher.[2]) Aber mehr als durch irgendwelches Bücherstudium förderte er seine Sache — denn als seine Sache sah er nunmehr die Verteidigung der kopernikanischen Lehre an, und der Volksmund bezeichnete bald die Kopernikaner als Galileisten — durch eine neue Entdeckung von der gröfsten Tragweite. Am 11. Dezember konnte er, zunächst noch in der Form eines Anagramms, wie er sie ähnlich vorher bei Veröffentlichung seiner Saturnbeobachtungen benutzt hatte, nach Prag, bald darauf nach Rom an Clavius und nach Brescia an seinen treuen Schüler und Freund Castelli berichten, daſs Venus und wahrscheinlich auch Merkur eine Phasenänderung durchmache ähnlich wie der Mond. Damit war im wesentlichen jedweder Einwand gegen die centrale Stellung der Sonne im Planetensystem entfallen, und der Beweis für die Dunkelheit der Planeten erbracht, also eine neue Analogie zwischen Erde und Planeten festgestellt. Nur die physikalischen Gründe, die Erscheinungen auf der Erde selbst, durften den Verständigeren unter den Gegnern noch Bedenken gegen die kopernikanische Lehre zurücklassen; denn Galilei hatte noch nichts von der im wesentlichen schon fertigen neuen Bewegungslehre, die auch diese Schwierigkeiten beseitigte, in weiteren Kreisen bekannt gegeben. Von astronomischer Seite stand der

1) Op. III, 382 und Dial. 361.
2) Op. VI, 124.

Erdbewegung nichts mehr entgegen, wenn man die mangelnde Parallaxe der Fixsterne nicht etwa als Gegengrund betrachten will.

Am Schlusse dieses für ihn so ereignisreichen Jahres hätte Galilei einen befriedigenden Rückblick auf die errungenen Erfolge werfen können. Er hatte wissenschaftlich erreicht, was er ein Jahr zuvor in seinen kühnsten Träumen nicht hoffen durfte; er hatte auch äufserlich das erlangt, was er ersehnte. Aber ein Tropfen Bitterkeit vergällte ihm den Freudenkelch. Er sah noch immer das Häuflein derer, die sich um Kopernikus scharten, klein, verschwindend klein gegen die Nachbeter ererbten Formelkrams. Es ergriff ihn bisweilen eine verzweifelte Hoffnungslosigkeit, sodafs er seine eigenen Bestrebungen gleichsam verhöhnte. So schreibt er am 30. Dezember 1610 an Castelli[1]): „Um die eigensinnigen Gegner zu überzeugen, die einzig und allein auf den eiteln Beifall der blöden dummen Menge Wert legen, wäre es auch dann noch nicht genug, wenn die Sterne zur Erde herabstiegen und von sich selber Zeugnis ablegten. Seien wir auf das eine bedacht, selbst uns Erkenntnis zu verschaffen, und suchen wir in dieser unseren einzigen Trost. In der Volksgunst uns weiter zu bringen oder den Beifall der Büchergelehrten zu gewinnen, das zu wünschen und zu hoffen, wollen wir unterlassen." Dieses Gefühl der Resignation aber, das als vorübergehende Stimmung nur zu sehr begreiflich ist, war denn doch nicht von langer Dauer. Es begann eine Periode, wo im Gegenteile Galilei in der mannhaftesten Weise die Pläne, die er bei Übernahme seiner neuen Stellung zweifelsohne im stillen gefafst, ins Werk setzte. Auf dem Gipfel seiner geistigen Höhe stehend, entfaltete er auch die höchste moralische Kraft, er legte alle Menschenfurcht beiseite und wirkte unverdrossen an der dornenvollen Aufgabe, den steinigen unfruchtbaren Boden der herrschenden Naturphilosophie umzupflügen und ihm als erste Frucht die allseitige Billigung, die Popularisierung der Lehre von der Erdbewegung abzugewinnen.

Von dem Enthusiasmus für dieses Ziel erfüllt, reiste er am 23. März 1611 nach Rom, zunächst mit der Absicht, dort die Wahrheit seiner Entdeckungen, an der man vielfach noch zweifelte, zur Anerkennung zu bringen. Gelehrten und geistlichen Würdenträgern zeigte er die Jupiterstrabanten, die Mondgebirge, die Phasen der Venus und die Sonnenflecken. An der Richtigkeit der Thatsachen liefs sich fürder nicht mehr zweifeln, ja es wurde von dem berühmten, dem Jesuitenorden angehörigen Kardinal Robert Bellarmin ausdrücklich ein Gutachten des römischen Jesuitenkollegiums provociert, durch welches

1) Op. VI, 135.

Clavius nebst drei anderen Professoren des Kollegiums die Wahrheit der neuen Entdeckungen attestierten. Galilei erlebte Triumphe wie wohl kein Astronom oder Mathematiker zuvor. Papst Paul V. empfing ihn aufs gnädigste, mit Entzücken lauschten Kardinäle seinen durchsichtigen Vorträgen, in denen er sein unvergleichliches Lehrtalent zur Geltung brachte. Er wurde zum Mitgliede der *Accademia dei Lincei* (Akademie der Luchsäugigen) ernannt, die Fürst Federigo Cesi im Jahre 1603 in Rom gegründet hatte; auf die Zugehörigkeit zu dieser Akademie spielt er an, wenn er sich in seinen dialogischen Schriften als den Akademiker bezeichnen läfst. — Der Hauptzweck seiner Reise war diesmal gewesen, die Thatsachen zur Anerkennung zu bringen; inwieweit er aus diesen in seinen Vorträgen Schlüsse auf die Gültigkeit des kopernikanischen Systems zog, ist nicht genau bekannt. Er scheint darin Vorsicht geübt zu haben, um das nächste Ziel, das er erstrebte, nicht zu verfehlen. Aber welch tiefen Eindruck die Darlegungen Galileis oder die Thatsachen selbst auf einsichtige Hörer, wie auf einen Clavius, machten, beweist eine schon von Kepler hervorgehobene Stelle[1]) in der letzten Ausgabe des Commentars von Clavius zur Sphaera des Sacrobosco. Dort spricht am Schlusse eines 75-jährigen Lebens derselbe Mann seine Zweifel an der Wahrheit des ptolemäischen Systems aus, der während dieses ganzen Lebens jenen Standpunkt vertreten und ihn nachdrücklich verteidigt hatte. Galilei stand damals mit den römischen Jesuiten auf bestem Fufse; das gute Verhältnis mag wohl eben in Clavius, einem hochverdienten und für seine Wissenschaft wahrhaft begeisterten Manne, eine wesentliche Stütze gefunden haben. Unglücklicherweise starb Clavius schon im folgenden Jahre (am 6. Februar 1612), er hätte viel dazu beitragen können, um in der Folge auf die Entschliefsungen der Kirche mäfsigend einzuwirken.

Ob Galilei rückhaltslos seine innersten Überzeugungen in Rom offenbarte oder nicht: bei seinen Freunden und Feinden stand es fest, dafs er vollüberzeugter Kopernikaner sei. Da die Zahl sowohl seiner principiellen Gegner als der persönlichen, deren Neid durch die ihm widerfahrenen Ehren wachgerufen war, sich stetig mehrte, so begann nun bald ein Intriguenspiel, das den fürchterlichen Mann verderben sollte, der die versteinerte Wissenschaft zu neuem Leben zu erwärmen, der tote und lebende Autoritäten von ihrem Piedestal zu stürzen drohte. Wissenschaftlich ihm beizukommen war schwer, man mufste also den

1) Kepler, Opera ed. Frisch. VI, 117; Chr. Clavii Opera mathematica. Mogunt. 1612. III, 75.

Kampf auf ein anderes Terrain hinüberspielen, auf das Gebiet des Glaubens. Nicht als ob die kopernikanische Lehre jetzt zum ersten Male an dem Mafsstabe der heiligen Schrift gemessen worden wäre. So sehr auch Kopernikus von vornherein in der Widmung seines Werks sich gegen das Hereinziehen der Bibel verwahrt, so hatte doch schon Luther den Narren Kopernikus verspottet, der die Welt auf den Kopf stellen wollte und im Widerspruch zu der bekannten biblischen Erzählung im Buche Josua, die Sonne ruhen, die Erde sich bewegen liefs. Einer der ersten Anhänger des Kopernikus, Joachim Rhäticus (eigentlich Georg Joachim) hatte in einer eigenen Schrift Kopernikus und Bibel in Einklang zu bringen versucht, Tycho de Brahe hatte in seinem Briefwechsel mit Christoph Rothmann, dem Hofastronomen des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Cassel, auf den Widerspruch mit der heiligen Schrift hingewiesen, Kepler bemühte sich des öfteren die Bibel im kopernikanischen Sinne zu interpretieren: kurzum die übele Gewohnheit, die Bibel in den Streit auch über andere Materien als über Glaubenswahrheiten hineinzuziehen, war zu jener Zeit allenthalben im Schwange. Dabei war zweifelsohne die herrschende Anschauung, dafs es wissenschaftlich nicht *fair* sei so zu verfahren: etwa wie man heutzutage es mifsbilligt, in politischen Kämpfen die Ansicht und Person des regierenden Fürsten als Kampfesmittel zu verwenden. Die Verehrung und Rücksicht der Wissenschaft für die Bibel sollte darin ihren Ausdruck finden, dafs man unabhängig von ihr die Wahrheit erforschte und nachträglich die heilige Schrift so auslegte — und das war die Aufgabe der Theologen — dafs sie mit dem anderweitig für wahr Erkannten übereinstimmte. So schwer das oft auch möglich war, ein *ultimum refugium* blieb stets, von dem man allerdings nicht gerne Gebrauch machte; man sagte, die Bibel bequeme sich in ihrer Ausdrucksweise dem Verständnis der grofsen Menge an. Niemals hat Galilei, und schwerlich je ein anderer Kopernikaner, die Bibel als Beweismittel für die Lehre der Erdbewegung anführen wollen. Es ist darum einer der sinnlosesten, nichtsdestoweniger häufig gegen Galilei ausgesprochenen Vorwürfe, dafs er nachmals nicht als schlechter Astronom, sondern als schlechter Theologe verurteilt worden sei. Anzunehmen, dafs ihn gar Feindseligkeit gegen die Kirche beeinflufst hätte, wie es etwa bei Giordano Bruno der Fall war, ist völlig ausgeschlossen. Er war ihr gegenüber voll kindlicher, echt katholischer Fügsamkeit, die festhält an einer von frühester Jugend unauslöschlich eingeprägten Ehrfurcht vor allem, was mit der Kirche zusammenhängt, einer Ehrfurcht, die vielleicht etwas Äufserliches, Gewohnheitsmäfsiges hatte, die aber ganz und gar mit ihm verwachsen, nicht künstlich ge-

macht war. Bis zur genannten Zeit hatte er sich über das Verhältnis der kopernikanischen Lehre zur heiligen Schrift überhaupt nicht geäufsert. Um so auffallender, dafs während seines römischen Aufenthaltes seine Name zum ersten Male in den Akten der Inquisition erscheint. Es ist unbekannt, ob eine Denunciation eines seiner persönlichen Feinde vorlag, oder ob die Inquisition aus eigener Initiative dem gefährlichen Neuerer ihre Aufmerksamkeit schenkte. Denn gefährlich waren in gewissem Sinne die Lehren Galileis doch, seine Bekämpfung der Autorität des Aristoteles machte jede andere Autorität erzittern; der Heide Aristoteles und die katholische Kirche hatten insofern solidarische Interessen. Man forschte damals, ob Galilei in den Inquisitionsprocess Cesare Cremoninis, eines seiner ehemaligen paduanischen Kollegen, verwickelt gewesen sei. Cremonini galt damals als eine Leuchte der Peripatetiker, äufserte aber bedenkliche Ansichten bei seiner Interpretation der aristotelischen Schriften über die Seele, und stand im Geruche atheistische Anschauungen zu verbreiten. Das persönliche Verhältnis zwischen ihm und Galilei war nicht unfreundlich gewesen, wissenschaftlich aber waren sie Antipoden. Gehörte doch Cremonini zu denen, die sich zeitlebens weigerten einen Blick durch das Fernrohr zu werfen. Gegen ihn polemisiert Galilei mehrmals im Dialog, teils mit teils ohne Nennung seines Namens.

Galilei hatte damals die Absicht sein Werk *de systemate mundi*, das er im *Sidereus nuncius* angekündigt hatte, fertig zu stellen und zu veröffentlichen. Man erwartete dies allgemein von ihm, wie nicht nur aus einem Briefe des Fürsten Cesi vom 4. August 1612[1]) sondern auch aus den einleitenden Worten seiner 1612 erschienenen Abhandlung *Trattato dei Gallegianti*[2]) hervorgeht, beiläufig bemerkt, einer der bedeutendsten Schriften Galileis. Er zögerte indessen sein Buch über die Weltsysteme zu vollenden, stutzig gemacht nicht sowohl durch seine Gegner als durch seine Freunde, die ihn wie z. B. Paolo Gualdo[3]) warnten, mit einer so phantastischen Lehre vor die Öffentlichkeit zu treten. Die Gründe, die er in der erwähnten Abhandlung für sein Säumen anführt, sind schwerlich ernst zu nehmen; denn die Bewegungsverhältnisse der Jupitersmonde, die er angeblich erst sorgfältiger erforschen wollte, sind auch späterhin im Dialog nur ganz obenhin besprochen[4]), und über die Sonnenflecken war Galilei im Jahre 1612 soweit im klaren, dafs er mit ihrer Hilfe die Sonnenrotation für erwiesen ansah.[5]) Es ist freilich nicht ausgeschlossen, dafs er damals

1) Op. VIII, 224. 2) Op. XII, 9. 3) Op. VIII, 142.
4) Am eingehendsten Dial. 124.
5) S. Trattato dei Gallegianti Op. XII, 10.

dem Werke über die Weltsysteme ein anderes Gepräge zu geben gedachte, als es nachher erhielt. Er plante vielleicht ein mehr fachwissenschaftliches Buch mit gröfserem mathematischem Apparat, zu welchem ihm dann allerdings noch manches Material gefehlt haben mag. Immerhin bleibt es schmerzlich zu bedauern, dafs er sich durch die Ängstlichkeit seiner Freunde oder durch Bedenken welcher Art auch immer zurückhalten liefs. Seine Feinde und die immer mifstrauischer werdende Kirche gewannen infolgedessen Zeit ihm seine Aufgabe mehr und mehr zu erschweren, nicht durch neugeschmiedete Geisteswaffen, sondern durch Aufbietung der brutalen geistigen Polizeigewalt, über welche die Kirche ja verfügte. Schon wurden die theologischen Argumente mit gröfserer Ungeniertheit gebraucht, schon schrieb Lodovico delle Colombe eine von Unwissenheit strotzende, in anmafsendstem Tone abgefafste Brochüre gegen die Kopernikaner[1]) — selbstverständlich war es allein auf Galilei dabei abgesehen — in der die heilige Schrift das letzte Argument bildete; schon entstand eine Art von Verschwörung gegen Galilei, deren Haupt sein ehemaliger Schüler, der nunmehrige Erzbischof von Florenz Marzimedici war. Noch durfte Galilei hoffen Sieger zu bleiben, wenn er jetzt in voller Rüstung auf dem Kampfplatze erschien; er that es nicht und versäumte so den entscheidenden Augenblick.

Zu den Widersachern Galileis gesellte sich in jener Zeit ein Mann, der, wahrscheinlich in höherem Grade als sich im einzelnen nachweisen läfst, verhängnisvoll in sein Leben eingegriffen hat, der Jesuitenpater Christoph Scheiner. Bei Gelegenheit von Galileis römischem Aufenthalte hatte der Ordensgenosse Scheiners, Paul Guldin, der bekannte angebliche — aber nicht wirkliche — Entdecker der nach ihm benannten Regel, auch den Demonstrationen der Sonnenflecken seitens G.s beigewohnt. Dieser erzählt nun später, dafs Scheiner durch ihn zuerst von jener Entdeckung Galileis Kenntnis erhalten und infolge dieser Anregung erst seine eigenen Beobachtungen angestellt habe.[2]) Die Sonnenflecken waren inzwischen auch von Johann Fabricius beobachtet und jedenfalls von diesem zuerst in einer gedruckten Schrift erörtert worden, sodafs man heute nicht mit Unrecht ihn als den Entdecker zu bezeichnen pflegt, während weder Galilei noch Scheiner seines Namens in der späteren litterarischen Fehde Erwähnung thun. Scheiner giebt freilich bezüglich seiner ersten Beobachtungen später eine andere Darstellung und behauptet bereits im März 1611 und dann im Oktober

1) Abgedruckt Op. II, 339 ff.
2) Op. X, 67 u. 234.

desselben Jahres in Ingolstadt Fleckenbeobachtungen gemacht zu haben, ohne von anderen Bestrebungen dieser Art etwas zu wissen.[1])

Wie dem auch sei, er schrieb im Jahre 1612 an den Augsburger Patricier Markus Welser drei Briefe, in denen er seine Beobachtungen der Sonnenflecken und seine Ansichten über deren Natur mitteilt. Er hielt die Flecken damals für Planeten, die sich in engen Kreisen um die Sonne bewegten, eine Ansicht, der man auch in Italien später vielfach huldigte.[2]) Welser schickte die Briefe und ebenso eine später geschriebene ausführlichere Abhandlung[3]) Scheiners, der sich *Apelles post tabulam* nennt, zur Begutachtung an Galilei. Dieser antwortete in drei Briefen (vom 4. Mai, 14. August und 1. Dezember 1612), worin er anfänglich noch vorsichtig und zweifelnd, später aber mit gröfserer Bestimmtheit über das Wesen der Flecken sich ausläfst. Er erklärt sie, ähnlich wie in der Einleitung zu dem aus gleichem Jahre stammenden Trattato dei Gallegianti, für unmittelbar mit der Sonne in Verbindung stehende Gebilde, die entstehen und vergehen und somit die peripatetische Doktrin von der Unveränderlichkeit des Himmels widerlegten; er meint, sie liefsen sich noch am ehesten mit den Wolken in unserer Atmosphäre vergleichen und folgert vor allem aus ihren Bewegungen die Achsendrehung der Sonne. Auch auf die kopernikanische Lehre kommt er wiederholt und so auch am Schlusse zu sprechen[4]), er hält mit seiner Hoffnung auf baldige allgemeine Anerkennung derselben nicht zurück. Die Prioritätsfrage wird von Galilei eben nur gestreift; er sagt beiläufig, er habe die Flecken seit 18 Monaten beobachtet[5]), eine Angabe, die, wie oben bemerkt, auf den November 1610 zurückführt, also nicht im vollen Einklange mit der Datierung im Dialoge und anderweitigen, aus späterer Zeit stammenden Nachrichten steht, welche die Entdeckung noch weiter zurückverlegen. Scheiner kannte in der zuletzt geschriebenen Abhandlung noch keinen der Briefe Galileis; denn obwohl der erste bereits eingetroffen war, verstand er ihn doch nicht, da er des Italienischen da-

1) Rosa Ursina (Bracciani 1626—30) Vorrede. — Neuerdings stellt v. Braunmühl (Christoph Scheiner, Bamberg 1891 die Ansicht auf, dafs die Beobachtungen Sch.s im März unabhängig von Galilei angestellt wurden, die im Oktober hingegen durch Guldins Nachrichten veranlafst wurden. — Sch. hat aber offenbar jenen ersten Beobachtungen sehr wenig Beachtung geschenkt.

2) Vgl. Dial. 56f. und Op. III, 501.

3) Diese Abhandlung setzt sich aus 3 weiteren an Welser gerichteten Briefen (vom 16. Januar, 14. April und 25. Juli 1612) zusammen.

4) Op. III, 507.

5) Op. III, 382.

mals noch nicht mächtig war; Prioritätsansprüche erhebt er damals (25. Juli 1612) noch nicht. Galileis Anworten wurden 1613 zu Rom von der Accademia dei Lincei mit einem Vorworte von Angelo de Filiis herausgegeben, in welch letzterem konstatiert wird, dafs Galilei in Rom verschiedenen mit Namen genannten Personen die Sonnenflecken im Jahre 1611 gezeigt, und ebenso schon mehrere Monate zuvor in Florenz — aber nicht in Padua oder Venedig — vielen Freunden Kenntnis davon gegeben habe.[1])

Inzwischen hatten die Gegner Galileis geschickt operiert, um ihn auf den schlüpfrigen Boden theologischer Erörterungen zu locken; man war sicher, dafs, wenn er erst diesen betreten, es ein leichtes sei ihn zu Fall zu bringen. Die fromme Mutter des Grofsherzogs Cosimo II., Christina von Lothringen, spielte dabei, wohl mehr geschoben als schiebend, eine Hauptrolle. Ein Tischgespräch über Galileis Entdeckungen und Ansichten wurde an der grofsherzoglichen Tafel insceniert und zwar in Gegenwart des Galilei treuergebenen Castelli; dabei fiel die Äufserung, die kopernikanische Lehre sei mit der heiligen Schrift unvereinbar. Castelli nahm sich seines Lehrers an, die Grofsherzogin Mutter widersprach, nach Castellis Empfindung hauptsächlich, um Gegengründe zu hören. Selbstverständlich liefs Castelli seinem Meister über den Vorfall Bericht zugehen und dieser antwortete in einem längeren Schreiben vom 21. Dezember 1613[2]), worin er eine ausführliche Darlegung seiner Ansichten über Bibelexegese gab und die so gewonnenen Grundsätze auf die streitigen Stellen der heiligen Schrift anwendete. So interessant es dem Theologen sein mag, diese Ansichten kennen zu lernen, für die Geschichte der Wissenschaft sind sie nur insofern von Wichtigkeit, als man aus jenen Sätzen, die von höchster Ehrfurcht für die Bibel und die Kirche Zeugnis ablegen, die aber andererseits mit einem für damalige Zeitläufte nicht genug zu bewunderndem Mute für das Recht der freien Naturforschung plaidieren, einen Strick zu drehen suchte, um ihren Urheber zu Fall zu bringen. Es ist wohl überflüssig zu bemerken, dafs Galileis Versuche, die heilige Schrift mit der kopernikanischen Lehre in Einklang zu bringen, Sophismen sind, so ernsthaft er selbst von ihrer Beweiskraft überzeugt war. Die biblischen Äufserungen über den Bau des Weltalls geben in naiver Weise die Eindrücke eines Volkes wieder, dem es zwar nicht an Naturgefühl, wohl aber an allen naturwissenschaftlichen Kenntnissen fehlte, und stehen daher wirklich in Widerspruch nicht nur mit dem kopernikanischen, sondern auch mit dem ptolemäischen Systeme. Galilei aber

1) Op. V b, 637 f. 2) Op. II, 6—13.

war nicht wenig stolz auf seine in der That von subtilstem Scharfsinn zeugende Leistung; er verschickte Abschriften an seine Freunde und hoffte nicht nur seine persönlichen Gegner abgefertigt zu haben, sondern wahrscheinlich auch durch seine Argumente einen Druck auf die Entschliefsungen der Kirche auszuüben.

Denn unabhängig von dem widerlichen Intriguenspiel gegen die Person Galileis beschäftigte man sich im Schofse der Inquisition jetzt ernsthaft mit der Frage, wie die Kirche sich zu der Lehre von der Erdbewegung zu stellen habe. Das Werk des Kopernikus war zwar mehr als 70 Jahre unbeanstandet geblieben, sei es, weil ein kirchlich anstöfsiger Streit darüber sich nicht erhoben hatte, sei es, weil man sich täuschen liefs durch die den Absichten des Kopernikus völlig zuwiderlaufende Vorrede Osianders zu dem Werke des grofsen Reformators, und dafs man daher des Glaubens lebte, es handle sich bei jener Reform nur um eine mathematische Fiktion zur Erleichterung der Berechnung der Planetenbewegungen. Seitdem aber diese „Fiktion" ernst genommen und als Wahrheit verteidigt wurde, wie es allein dem Sinne des Urhebers gemäfs war, seitdem die Feinde und infolge davon auch die Freunde der Lehre immer wieder in theologische Erörterungen verfielen, sah sich das heilige Officium veranlafst, Stellung zu diesen Fragen zu nehmen. Vor allem war es der Kardinal Bellarmin, der zu einer Entscheidung drängte; so grofs sein Interesse an den neuen astronomischen Entdeckungen war, so sehr er Galilei persönlich schätzte und ihn zu schützen suchte, so unbeugsam war er in kirchlichen Angelegenheiten. Er erkannte die ganze der Kirche drohende Gefahr, die nicht nur in dem Widerspruche der kopernikanischen Lehre mit der heiligen Schrift bestand — dieser liefs sich schlimmstenfalls zwar nicht wirklich, aber für die Zwecke der Kirche in ausreichender Weise, weginterpretieren, wie Bellarmin in einem Briefe an Foscarini selbst zugab[1]); aber die weitaus gröfsere Gefahr einer auf dem Boden der astronomischen Reform neu emporsprieſsenden Weltanschauung wird dem weiten Blick des Kardinals gleichfalls nicht entgangen sein. Auf diesen Mann einzuwirken, darauf war offenbar Galileis Wunsch und Hoffnung gerichtet; ihm sollte der Brief an Castelli vom 21. Dez. 1613 in die Hände kommen.[2])

Über die Erwägungen, die wahrscheinlich schon im Jahre 1614

1) Berti, Copernico e le vicende del sistema copernicano in Italia nella seconda metà del secolo XVI e nella prima del secolo XVII (Roma 1876) p. 121. — Übersetzt bei Reusch, der Procefs Galileis und die Jesuiten (Bonn 1879) p. 62 ff.

2) Op. II, 14.

im Schofse der Inquisition gepflogen wurden, verlautete zwar zunächst in Florenz noch nichts Bestimmtes; doch scheint man dort für die Richtung, in welcher der Wind wehte, feinfühlig genug gewesen zu sein, um sich zur Anwendung gröberen Geschützes gegen Galilei ermutigt zu fühlen. Ähnlich wie ein Jahrhundert zuvor in Mantua der Augustinermönch Ambrogio Fiandino die Kanzel mifsbrauchte, um die Ideen des grofsen Philosophen Pomponazzi zu bekämpfen, so wagte es jetzt in Florenz der Dominikaner Tommaso Caccini, gerade ein Jahr nach dem Briefe Galileis an Castelli, in der fanatischsten Weise gegen die Kopernikaner und die Mathematiker überhaupt zu predigen. Wenn die Absicht dabei war, einen Skandal zu provocieren, so wurde sie auf das vollständigste erreicht. Alle Welt war zwar entrüstet, selbst die Ordensgenossen Caccinis; aber probat war das Mittel doch gewesen, insofern es unzweifelhaft dazu beitrug die Verhandlungen der Inquisition in Flufs zu bringen. Unmöglich konnte man solche Vorfälle sich des öfteren wiederholen lassen. Caccini und seine Hintermänner „wufsten, wie es gemacht wird." — Galilei rüstete sich zur Abwehr. Dazu boten sich ihm zwei Wege: entweder er suchte, ohne auf theologische Fragen einzugehen, mit dem Aufwande aller ihm zu Gebote stehenden Hilfsmittel die Erdbewegung naturwissenschaftlich zu erweisen, mittelbar also eine etwaige kirchliche Verwerfung des Systems in möglichst grellen Widerspruch zu allen Vernunftwahrheiten zu bringen; oder er wies einerseits hin auf die kirchliche Unanstöfsigkeit der Lehre, und hob andererseits die Gefahr hervor, die der Kirche aus der Parteinahme gegen eine möglicherweise wahre Lehre erwachsen könne. Der dem Naturforscher angemessenere Weg wäre, wie die mafsgebenden Personen sehr wohl herausfühlten[1]), der erstere gewesen. Aber sei es, dafs das Werk *De systemate mundi* noch nicht reif für die Veröffentlichung war — und Eile that Not — oder dafs Galilei, der auf seine theologischen Erörterungen hohen Wert legte, sich gröfseren Erfolg von der anderen Taktik versprach, wie sie denn auch anscheinend gefahrloser und versöhnlicher war: kurz, um die mittlerweile akut gewordene Gefahr eines kirchlichen Verbots der Lehre abzuwenden, entschlofs er sich, die in dem Briefe an Castelli ausgesprochenen Gedanken detaillierter auszuführen und zwar in Gestalt eines Schreibens an die Grofsherzogin Mutter Christine (Op. II, 26—64).

Was in dieser berühmten Schrift, wie auch in manchen Stellen des Dialogs, besonders wohlthuend berührt, ist die scharfe Betonung des Gedankens, dafs die beiden Systeme sich durchaus ausschliefsen, dafs es

1) Op. VIII, 352, 355.

keine Vermittlung gebe, dafs man nicht, wie in Fragen des Rechts, der Politik u. dgl. ein Kompromifs schliefsen könne, bei dem ein Übergewicht der gröfseren Beredsamkeit oder selbst der gröfseren Intelligenz Vorteile für die eine oder andere Seite herauszuschlagen vermöge.[1]) Er zielt offenbar darauf ab, die Kirche zur Nichtintervention zu veranlassen: denn diese mufste ungern zu einer profan-wissenschaftlichen Frage Stellung nehmen, wenn ihr nicht durch anderweitige Deutung der gefällten Entscheidung späterhin ein Rückzug in Aussicht gestellt blieb. Galilei sagt sehr verständlich, wenn auch versteckt hinter ehrerbietigen Redewendungen: Hütet Euch die Bewegung der Erde als Irrlehre zu verdammen, denn hier kann nicht, wie sonst so häufig, eine nachträgliche Wortverdrehung den begangenen Fehler aus der Welt schaffen wollen. Seine Warnung sollte ungehört verhallen, aber er hat Recht behalten. Von seiten der katholischen Kirche ist vielleicht manche grausamere und schädlichere Mafsregel getroffen worden als das Verbot der kopernikanischen Lehre; keine jedoch, die in so eklatanter Weise als verkehrt von den Gegnern der Kirche nachgewiesen werden kann, keine, deren Unrichtigkeit von ihr selbst so ohne weiteres zugegeben werden mufs und zugegeben wird.

Ungefähr zu derselben Zeit, wo Galilei mit der Ausarbeitung jener denkwürdigen Schrift beschäftigt war, schickte der Dominikanerpater Lorini dem Präfekten der Indexkongregation eine Abschrift des Briefes an Castelli ein, nicht ohne einige bedenkliche Verstärkungen des Ausdrucks anzubringen, mit der Aufforderung gegen die Kühnheit der Galileisten einzuschreiten. Die Denunciation Lorinis wurde dem heiligen Officium übermittelt und dieses that sofort Schritte, um sich in den Besitz des Originals von Galileis Brief zu setzen; trotz aller angewendeten Schlauheit führten diese Bemühungen jedoch nicht zum Ziele. Der Procefs der Inquisition war damit gegen Galilei eröffnet. In die Einzelheiten desselben einzugehen ist an dieser Stelle nicht nötig. Es genügt das Ergebnis, soweit es festgestellt ist, mitzuteilen. Im Dezember 1615 war Galilei nach Rom gereist, sowohl um seiner persönlichen Angelegenheit willen, als um das drohende Verbot der kopernikanischen Lehre zu hintertreiben. Das gegen ihn eröffnete Verfahren scheint ihn nicht sehr beängstigt zu haben; er mochte über den vermutlichen Ausgang durch seine mit den Verhältnissen vertrauten Freunde beruhigt worden sein und in seinem heiligen Eifer für die Sache der Wahrheit seine privaten Interessen fast vergessen haben. Eine fieberhafte Thätigkeit, eine glänzende Beredsamkeit ent-

1) Op. II, 43, 45. Dial. 57.

faltete er nach den Schilderungen von Ohrenzeugen in jener Zeit; in den Cirkeln, vor denen er mit den Gegnern disputierte, erzielte er grofse moralische Erfolge; man ist entzückt über die feine Ironie, mit der er anscheinend noch das Gewicht der gegnerischen Gründe verstärkt, um sie dann in ihr Nichts zerfallen zu lassen, ganz wie es Salviati im Dialoge thut; er trägt dem Kardinal Orsini seine Theorie der Gezeiten vor und schickt ihm (am 8. Januar 1616) eine schriftliche Ausarbeitung seines Vortrags zu, dieselbe Schrift, aus deren Umarbeitung und Erweiterung nachmals der vierte Tag des Dialogs hervorging. An dem Felsen der Kirche aber prallte ebenso seine irrige Fluttheorie ab, wie bessere Argumente. Am 24. Februar 1616 gaben die theologischen Konsultoren der Inquisition ihr Gutachten über die beiden folgenden, ihnen vorgelegten Sätze ab: 1) Die Sonne ist der Mittelpunkt der Welt und besitzt keinerlei Ortsbewegung. 2) Die Erde ist nicht der Mittelpunkt der Welt und nicht unbeweglich, sondern bewegt sich als Ganzes sowie in täglicher Bewegung.[1]) Diese sonderbar formulierten Sätze wurden folgendermafsen begutachtet. Ad 1) Alle sagten, genannter Satz sei philosophisch thöricht und absurd, aufserdem formell ketzerisch, insofern er ausdrücklich den an vielen Stellen der heiligen Schrift sich findenden Lehren widerspricht, hinsichtlich des Wortlautes sowohl als hinsichtlich der gemeinen Erklärung und Sinnesdeutung seitens der heiligen Väter und der Doktoren der Theologie. Ad 2) Alle sagten, dieser Satz sei philosophisch ebenso zu beurteilen, rücksichtlich seiner theologischen Wahrheit sei er zum mindesten irrig im Glauben. — Am folgenden Tage, dem 25. Februar 1616 beschlofs das heilige Officium auf Grund dieses Gutachtens seiner Konsultoren: Kardinal Bellarmin solle Galilei zu sich bescheiden und ihn ermahnen genannte Meinung aufzugeben; wenn er sich weigere zu gehorchen, solle ihm der Kommissar der Inquisition vor Notar und Zeugen den Befehl erteilen, dafs er sich durchaus enthalte, sothane Lehre und Meinung zu lehren oder zu verteidigen oder über sie zu handeln; wenn er sich dabei aber nicht beruhige, solle er eingekerkert werden.[2]) — Aufserdem wurde (vermutlich in derselben Sitzung der Inquisition) beschlossen, von dem ergangenen Gutachten der Index-Kongregation Kenntnis zu geben, deren Aufgabe bekanntlich darin besteht, kirchlich anstöfsige Bücher zu verbieten oder zu suspendieren, bis das Anstöfsige entfernt ist, sowie die zu diesem Behufe notwendigen Korrekturen vorzunehmen.

1) Gebler, die Akten des galileischen Processes. (Stuttgart 1877) p. 47f.
2) Gebler, Akten p. 48f.

Was zunächst den letzteren Beschluſs betrifft, so erging am 5. März 1616 denn auch wirklich das berüchtigte Dekret dieser Behörde; in demselben werden zunächst einige andere Bücher verboten, sodann heifst es:[1])

„Und weil ferner zur Kenntnis vorgenannter heiliger Kongregation gelangt ist, daſs jene falsche, der heiligen Schrift durchaus widersprechende pythagoreische Meinung von der Beweglichkeit der Erde und Unbeweglichkeit der Sonne, welche *Nicolaus Copernicus De revolutionibus orbium coelestium*, sowie *Didacus Astunica in Iob* lehren, sich jetzt verbreitet und von vielen gebilligt wird: wie zu ersehen ist aus einem gedruckten Briefe eines gewissen Karmeliterpaters, dessen Titel lautet: *Lettera del R. Padre Maestro Paolo Antonio Foscarini, Carmelitano, sopra l'opinione de Pittagorici, e del Copernico, della mobilità della Terra, e stabilità del Sole, et il nuovo Pittagorico Sistema del Mondo, in Napoli per Lazzaro Scoriggio 1615*, worin genannter Pater zu zeigen versucht, vorgenannte Lehre von der Unbeweglichkeit der Sonne im Mittelpunkte der Welt und von der Beweglichkeit der Erde sei in Übereinstimmung mit der Wahrheit und widerspreche nicht der heiligen Schrift: darum, damit sothane Meinung nicht zum Schaden der katholischen Wahrheit um sich greife, beschloſs man, genannten *Nicolaus Copernicus de revolutionibus orbium* und *Didacus Astunica in Iob* zu suspendieren, bis sie verbessert würden, das Buch des Karmeliterpaters Paulus Antonius Foscarini aber ganz zu verbieten und zu verdammen, und alle anderen Bücher, die dasselbe lehrten, gleichermaſsen zu verbieten. Wie sie denn durch gegenwärtiges Dekret alle respektive verboten, verdammt und suspendiert werden. Zu Urkund dessen ist gegenwärtiges Dekret mit Unterschrift und Siegel Sr. Erlaucht und Hochwürden des Herrn Kardinals von S. Caecilia, Bischofs von Albano, unterzeichnet und ausgefertigt worden am 5. März 1616."

Wir ersehen aus dem Wortlaute des Dekrets, daſs das Werk des Kopernikus nicht ohne weiteres verboten wurde, daſs nur diejenigen Bücher als verdammenswert bezeichnet werden, die wie das Foscarinische es sich zur Aufgabe machten die Wahrheit der Lehre und ihre Konkordanz mit der heiligen Schrift zu erweisen. Es lag also nicht in der Absicht der Kongregation, die Berechnung der Planetenbewegung auf Grund der kopernikanischen Annahmen zu verbieten, nur durften diese Annahmen nicht als Wahrheit, sie muſsten als mathematische Fiktion gelehrt werden. Demgemäſs wurde denn auch Kopernikus in

1) Gebler, Akten p. 50.

der Folge (1620) verbessert, d. h. alle die Stellen seines Werkes, die apodiktisch von der Erdbewegung und dem Stillestehen der Sonne reden, wurden auf eine hypothetische Form gebracht. Die hypothetische Behandlung seiner Lehre liefs man also im allgemeinen zu und von dieser Erlaubnis wurde Gebrauch gemacht.

Wie stand es nun aber mit der Ausführung des anderen, speciell auf Galilei bezüglichen Beschlusses, der in der Sitzung vom 25. Februar gefafst wurde? Durch Wohlwills scharfsinnige Studie „Der Inquisitionsprocess des Galilei" ist diese Frage angeregt und in zahlreichen Schriften behandelt worden, sie ist noch immer kontrovers. — Am 26. Februar beschied nämlich Bellarmin Galilei zu sich, machte ihm Mitteilung von dem bevorstehenden Dekret der Indexkongregation und ermahnte ihn die kopernikanische Lehre aufzugeben. Soweit ist der Thatbestand verbürgt; und wenn damit alles Vorgefallene wiedergegeben ist, wenn Galilei sich dabei beruhigte, so war zwar der Schlag für ihn schmerzlich genug. Er durfte von nun ab an einer der Lebensaufgaben, die er sich gestellt, nur mit gefesselten Händen arbeiten; denn von dem, was er als Wahrheit erkannte, mufste er wie die ganze katholische Christenheit als von einer Hypothese reden. Aber er durfte immerhin davon reden, und er konnte bei seiner Kunst der Darstellung hoffen, dafs er auch so, trotz aller Erschwerung, dem verständigen Hörer verständlich sein werde. Hat nun aber Galilei der Ermahnung Bellarmins Widerspruch entgegengesetzt? wurde also auch die im Beschlufs der Inquisition vorgesehene andere Möglichkeit aktuell? Wenn dies geschah, so mufste der Kommissar der Inquisition einschreiten, vor Notar und Zeugen Galilei verbieten, irgendwie, auch nur hypothetisch, über die kopernikanische Lehre zu handeln, und ihn für den Fall der Widersetzlichkeit mit Einkerkerung bedrohen. Wenn es soweit kam, war Galilei für alle Zeiten in Sachen der Erdbewegung mundtot gemacht. Die Entscheidung der Frage ist von erheblicher Wichtigkeit; denn einer der Rechtsgründe des zweiten Inquisitionsprocesses gegen Galilei wurde durch die Annahme geschaffen, dafs er das speciell ihm auferlegte Schweigen gebrochen habe. Ein von Notar und Zeugen unterschriebenes Dokument über das Vorgefallene — und ein solches mufs doch wohl ausgefertigt worden sein, wenn der zweite Fall eintrat — liegt nicht vor; das Aktenstück, welches man früher dafür ansah, ist entweder eine sogenannte Registratur d. h. „eine vom Notar der Inquisition gemachte und den Akten einverleibte amtliche Aufzeichnung"[1]), oder es verdankt einer im Jahre 1632 oder

1) Reusch, der Process Galileis p. 133, der seinerseits Grisar citiert.

1633 gemachten Fälschung seinen Ursprung. Gegen die Echtheit sprechen gewichtige Gründe. Vor allem besitzen wir ein auf Wunsch Galileis von Bellarmin ausgestelltes Zeugnis über das, was sich damals ereignete[1]); darin ist von dem Sonderverbote keine Rede. Weiter ist das ganze Verhalten Galileis in der Folgezeit und seine Aussage bei dem zweiten Process, wie sich zeigen wird, kaum erklärlich, sobald man das Sonderverbot als wirklich ergangen annimmt. Endlich ist es trotz der üblichen Geheimhaltung aller Inquisitionsbeschlüsse unbegreiflich, dafs die Sonderstellung Galileis zu dem Dekrete vom 5. März auch der Behörde unbekannt gewesen sein soll, die naturgemäfs in erster Linie die Kontrolle über das Verhalten Galileis zu üben hatte, d. h. der römischen Censur. Und doch erteilte diese späterhin dem Dialog das Imprimatur, welches, wie es nachher hiefs, erschlichen sein sollte, weil Galilei dem Censor von dem ihm speciell auferlegten Schweigen keine Kenntnis gab. Trotz dieser und noch einiger anderer Gründe kann man immerhin — wir kommen darauf zurück — die Fälschung jenes Dokuments nicht mit voller Sicherheit erweisen. Und so mag denn alles, was in der Folge geschah, so unwahrscheinlich dies auch ist, in aller Form Rechtens geschehen sein. Die späteren Richter Galileis mögen dann persönlich entlastet sein, aber das System ist nur um so schlimmer gerichtet; die späterhin begangene Barbarei war dann ganz in der Ordnung.

Die Scene vom 26. Februar 1616 bildete den Abschlufs des ersten gegen Galilei angestrengten Processes. Gegen seine Person war man, sehr entgegen den Wünschen seiner Feinde, glimpflich verfahren; seine künftige Thätigkeit hatte man ihm freilich mindestens sehr erschwert. Die nächstfolgenden Jahre weisen denn auch hervorragendere Leistungen Galileis nicht auf; eine gewisse Entmutigung hatte sich seiner bemächtigt, nach den vergeblichen Mühen und Kämpfen der letzten Jahre wollte er ruhigere Tage verleben.[2]) Namentlich konnte er das Werk *De systemate mundi* in der Form, die vor Erlafs des Indexdekrets geplant war, nicht veröffentlichen. Dafs er schon damals an eine Umarbeitung dachte, wie sie uns im Dialog vorliegt, ist nicht anzunehmen. Indessen zeigt der Brief[3]), den er einer Abschrift seiner Abhandlung über die Erklärung der Gezeiten beifügte, als er dieselbe an den Erzherzog Leopold von Österreich übersandte (23. Mai 1618), wie er sich die Möglichkeit vorstellte, seine Gedanken auszusprechen, ohne die notwendige Rücksicht auf die Kirche zu verletzen. Er nennt darin seine Ansicht eine Dichtung, einen Traum, giebt aber vor, auf diese

1) Gebler, Akten p. 91. 2) Op. IV, 154. 3) Op. VI, 278.

denselben Wert zu legen, wie ein Dichter auf seine Dichtung. An die Richtigkeit seiner Erklärung glaube er nicht, seitdem eine himmlische Stimme ihn aufgeklärt habe. Man kann zweifeln, ob diese auch im Dialoge angewendete Manier mit dem Dekrete sich abzufinden als statthaft gelten konnte, ob das die hypothetische Form war, wie sie dem Dekrete und der in den nächsten Jahren üblichen Praxis entsprach; man kann aber nicht zweifeln, dafs sie dem etwaigen verschärften Verbote, dafs nur für Galilei galt, aufs bestimmteste widersprach. In demselben Schreiben findet sich auch zum ersten Male der in der Vorrede zum Dialog wiederkehrende Gedanke, dafs er seinen Einfall veröffentliche, damit kein Fremder oder aufserhalb der katholischen Kirche Stehender sich desselben bemächtigen und Prioritätsansprüche darauf erheben könne. Der unausgesprochen bleibende Nebengedanke ist: seht, wie schwer durch Euere Schuld der katholische Gelehrte im Wettbewerb mit den Ketzern benachteiligt ist. Es liegt darin eine ähnliche agitatorische Absicht, wie wenn Campanella später sagte[1]), dafs er einige deutsche Edelleute beinahe zum Katholicismus bekehrt habe, dafs sie ihn aber entrüstet verlassen hätten, als sie von dem Verbote der kopernikanischen Lehre gehört hätten.

Im Jahre 1617 nahm Galilei die Verhandlungen mit Spanien wieder auf, die schon vier Jahre zuvor gespielt hatten und die auch später wiederholt in Gang gebracht wurden, ohne je zu einem Ziel zu führen. Es handelte sich dabei um eine Methode der geographischen Längenbestimmung mittels der Jupiterstrabanten, eine Methode, auf die Galilei ungemeinen Wert legte, und auf deren Vervollkommnung er unsägliche Mühe verwendete. Er beabsichtigte dieselbe an Spanien, später an die Niederlande zu verkaufen, doch zerschlugen sich, wie gesagt, die Verhandlungen stets.

Im Jahre 1619 begann eine litterarische Fehde, die für Galilei verhängnisvoll werden sollte, da sie ihm die Feindschaft der Jesuiten zuzog. Bis dahin hatte er, wenigstens zu den Jesuiten in Rom, in einem leidlichen Verhältnis gestanden. Die Briefe über die Sonnenflecken mufsten zwar den deutschen Jesuitenpater Scheiner verdriefsen, da namentlich in der von Angelo de Filiis geschriebenen Vorrede die Priorität der Entdeckung sehr energisch für Galilei in Anspruch genommen wurde. Indessen hat Scheiner damals kaum Widerspruch erhoben; ja in dem von ihm inspirierten Büchlein *Disquisitiones mathematicae de controversiis et novitatibus astronomicis* seines Schülers Locher, welches 1614 zu Ingolstadt erschien, wird an mehreren Stellen von

1) Op. IX, 176.

Galilei mit höchster Achtung gesprochen und nur schüchtern die Bemerkung gemacht[1]: „Diese [Erscheinungen an der Sonne] wurden vor einigen Jahren zuerst durch Apelles in zwei Gemälden, sodann auch durch den Herrn Galilei bekannt". — Die drei Kometen des Jahres 1618 hingegen sollten Galilei schwere Kämpfe mit den Jesuiten bringen, Kämpfe, bei welchen wissenschaftlich in der Hauptsache das Recht nicht auf seiner Seite war. Über diese Kometen nämlich hielt Orazio Grassi, Professor am römischen Jesuitenkolleg, einen Vortrag[2], worin er im wesentlichen richtige Ansichten über die Natur der Kometen entwickelt, ähnlich denen, die Tycho de Brahe früher aufgestellt hatte. Er erklärt sie für dunkele, vom Sonnenlicht erleuchtete Körper, vergleicht ihre Bewegung mit derjenigen der Planeten und versetzt sie vermutungsweise in die Sphäre zwischen Mond und Sonne. Diese Ansichten bekämpfte ein Schüler Galileis Mario Guiducci in einem in der Florentiner Akademie gehaltenen Vortrage, welcher im Juni 1619 durch den Druck veröffentlicht wurde unter dem Titel: *Discorso delle Comete di Mario Guiducci.*[3] Die darin aufgestellten Ansichten rührten von Galilei her, auch die Redaktion im einzelnen war grofsenteils sein Werk. Neben Ausfällen auf Scheiner[4] und vorsichtigen Anspielungen darauf, dafs zur vollen Erklärung des Kometenphänomens die Lehre von der Erdbewegung herangezogen werden müsse[5], findet sich als wahrscheinlich ausgesprochen, dafs die Kometen nichts Reales seien, sondern eine blofse optische Erscheinung, hervorgebracht durch Brechung und Reflexion an den von der Erde emporsteigenden, möglicherweise bis in die Himmelsräume sich erhebenden Dünsten. Es werden aber beiläufig auch mancherlei beachtenswerte Erörterungen angestellt; so über die Irradiation, die minder ausführlich schon im Nuncius Sidereus sich finden und im Dialoge sich wiederholen.[6] Auf den Discorso Guiduccis erschien 1619 eine Entgegnung, angeblich von einem Schüler Grassis, Lotario Sarsi, in Wahrheit aber von Grassi selbst verfafst: *Libra astronomica ac philosophica qua Galilaei Galilaei opiniones de cometis a Mario Guiduccio in Florentina Academia expositae atque in lucem nuper editae examinantur a Lothario Sarsio Sigensano.*[7] Darin wird, wie der Titel bereits andeutet, Galilei selbst, nicht Guiducci — und zwar in sehr boshafter Weise — angegriffen. Die Diskussion dreht sich vielfach nicht mehr um die Hauptfrage, sondern um gelegentlich zur Sprache gekommene Dinge: ob das Fernrohr nahe

1) Disq. math. p. 65. 2) Abgedruckt Op. IV, 1—14.
3) Abgedruckt Op. IV, 15—60. 4) Op. IV, 20. 5) Op. IV, 52; 54.
6) Op. IV, 40; III, 73; Dial. 80f., 350ff. 7) Abgedruckt Op. IV, 61—121.

und entfernte Objekte gleich stark vergrößere, ob ein rotierendes Gefäfs die darin enthaltene Luft in Bewegung versetze, ob die Reibung der Luft Wärme erzeuge, wie die Irradiation kleiner leuchtender Körper zu erklären sei, ob Flammen durchsichtig seien oder nicht. — Galileis Freunde waren über die Händel, in die er sich eingelassen hatte, nicht erbaut; sie schwankten lange, wie am besten auf Pseudo-Sarsis Schrift zu reagieren sei. Die Ängstlichkeit, mit der man die notwendigen Mafsregeln erwog, ist höchst charakteristisch; wufste man doch nur zu gut, dafs es unberechenbare Folgen haben könne, sobald man die allmächtigen, vor keinem Mittel zurückschreckenden Jesuiten zu Gegnern habe. So kam es, dafs Galilei von seinen Freunden zu einer Entgegnung gedrängt und gleichzeitig zur Vorsicht gemahnt wurde. Erst im Oktober 1622 beendigte er seine Arbeit, welche in Form eines Briefes an Don Virginio Cesarini abgefafst war. Er schickte sie nach Rom, um vor der Drucklegung das Urteil der Mitglieder der Accademia dei Lincei, auf deren Kosten die Veröffentlichung stattfand, einzuholen. Dieses fiel sehr günstig aus, nur an wenigen Stellen hielt man es für zweckmäfsig Änderungen anzubringen. Der *Saggiatore* (Goldwäger) — dies war der Titel der Schrift — sollte namentlich deshalb in Rom gedruckt werden, damit durch die ausdrückliche Genehmigung der römischen Censur die von Galilei ausgesprochenen Ansichten vor nachträglicher kirchlicher Verfolgung um so sicherer seien. An der Spitze dieser Censurbehörde steht der sogenannte Magister Sacri Palatii; in diesem Falle nahm jedoch die Prüfung des Buches nicht der Palastmeister selbst vor, sondern der durch seine ungewöhnliche Gelehrsamkeit bekannte Dominikaner Niccolò Riccardi, genannt Padre Mostro. Am 2. Februar 1623 stellte dieser dem Werke ein höchst schmeichelhaftes Zeugnis aus; er wurde kurz darauf in Florenz auch persönlich mit Galilei bekannt und spielte späterhin, als er selbst Magister Sacri Palatii geworden war, in dessen Leben noch eine wichtige Rolle. Während des Drucks des Saggiatore trat ein Wechsel im Pontificat ein; der Kardinal Maffeo Barberini, der sich nunmehr Urban VIII. nannte, wurde am 6. August 1623 zum Papste gewählt. Er war mit Galilei persönlich bekannt, schätzte ihn hoch, ja er hatte seine astronomischen Entdeckungen vormals in schwungvollen Oden besungen. Ihm wurde die Widmung des Saggiatore angeboten und er nahm sie an. Im Oktober 1623 erschien der „Goldwäger“ auf dem Büchermarkte. Er erregte schon durch die klassische Form, die ihn zu einem Meisterwerke italienischer Prosa stempelt, grofses Aufsehen; aber auch wissenschaftlich interessante Einzelheiten bringt er in grofser Zahl, zum Teil solche, die im Dialog citiert und

nochmals besprochen werden.[1]) Besondere Beachtung verdienen wiederholte Äufserungen über die Frage der Weltsysteme, die einer boshaften Provokation der *Libra astronomica* ihren Ursprung verdanken[2]) und die wiederum mit dem Indexdekret allenfalls vereinbar sind, nicht aber mit einem an Galilei ergangenen Sonderverbote. Namentlich wird an einer Stelle (Op. IV, 304) die von Kopernikus angenommene „dritte" Bewegung, die sogenannte Deklinationsbewegung, welche vielfach besonderen Anstofs erregt hatte, in ihrer Bedeutung klargelegt und durch Hinweis auf einen Versuch, ganz wie im Dialog[3]), erläutert. In der Einleitung finden sich scharfe Ausfälle gegen Scheiner, ohne dafs dessen Name genannt würde; gerade um jene Zeit war derselbe aus Deutschland nach Rom gekommen und hatte dort wahrscheinlich sich als ersten Entdecker der Sonnenflecken geriert. Wie wütend die Jesuiten über das neu erschienene Werk Galileis waren, so sehr auch Grassi seinen Zorn zu verbergen suchte, geht namentlich daraus hervor, dafs man trotz der Approbation durch die römische Censur, trotz der Widmung an den Papst, das Buch zu denunzieren wagte, dafs man darauf hinarbeitete, Galilei abermals in einen Inquisitionsprocefs zu verwickeln und sein Buch verbieten zu lassen; diese Machinationen blieben indessen für jetzt erfolglos.

Das anstandslos dem Saggiatore erteilte Imprimatur und die freundliche Gesinnung des neuen Papstes, der als Freund und Beschützer von Künsten und Wissenschaften bekannt war, und der auch als Kardinal Galilei seine Gewogenheit mehrfach nicht nur mit Worten versichert, sondern auch durch die That bewiesen hatte, belebten dessen Hoffnungen. Er hatte schon einige Zeit vor der Neubesetzung des päpstlichen Stuhles an einer Erweiterung seiner Abhandlung über Ebbe und Flut gearbeitet.[4]) Da jetzt die Verhältnisse äufserst günstig zu liegen schienen, da Galileis Freunde Cesarini und Ciampoli, beide Mitglieder der Akademie *dei Lincei*, mit einflufsreichen Stellungen am päpstlichen Hofe bedacht wurden, da ebenso Cesi, der Begründer und Leiter der Akademie hoch in der Gunst Urbans stand, so konnte Galilei an die Fertigstellung seines immer wieder aufgeschobenen Werkes über die Weltsysteme denken. Es schien der Zeitpunkt gekommen, wo man versuchen durfte, das Verbot der kopernikanischen Lehre rückgängig zu machen; denn Urban war zwar nie ein Kopernikaner gewesen, billigte aber, wie aus späteren Äufserungen hervorgeht[5]), das Indexdekret keineswegs. Die Freunde bestürmten daher Galilei -

1) Vgl. Dial. 75. 351. 463. 2) Op. IV, 172, 182, 278, 304.
3) Dial. 417. 4) Op. IX, 25. 5) Op. IX, 176.

und sie gossen damit nur Öl in das Feuer, das in ihm nie erloschen war — nach Rom zu kommen, um dem Papste persönlich seine Huldigung darzubringen und bei dieser Gelegenheit für die Aufhebung des Dekrets vom 5. März 1616 thätig zu sein. Galilei ging denn auch wirklich im April 1624 nach der ewigen Stadt, wurde vom Papste sehr freundlich empfangen, scheint aber nicht direkt mit demselben über Kopernikus und seine Sache verhandelt zu haben, sondern nur durch Vermittlung des Kardinals Hohenzollern. Ein sachliches Ergebnis erzielte er nicht, wenngleich ihm die Genugthuung wurde, in einem Breve des Papstes an den Grofsherzog — im Jahre 1621 war auf Cosimo II. der minderjährige Ferdinand II. gefolgt — sein Lob in überschwänglicher Weise erschallen zu hören.

Da eine Aufhebung des Verbots der Lehre von der Erdbewegung nicht zu erreichen war, so hatte sich Galilei von neuem die Frage vorzulegen, wie er über die Weltsysteme sich äufsern könne, ohne wider das Dekret zu verstofsen. Noch während seines Aufenthaltes in Rom machte er einen Versuch in dieser Richtung. Es bot sich ihm dazu folgender Anlafs. Im Jahre 1616 hatte Francesco Ingoli, Rechtsanwalt aus Ravenna, an Galilei, der damals in Rom weilte und für Kopernikus agitierte, eine Schrift in Briefform geschickt[1]), worin er unter Versicherung seiner Hochachtung für den Entdecker der Jupiterstrabanten die kopernikanische Lehre bekämpfte. Abgesehen von einigen plumpen, dem Verfasser speciell eigentümlichen Schnitzern enthielt die Brochüre nur die landläufigen, Ptolemäus und Tycho entlehnten Argumente. Galilei hatte damals entweder das Schreiben für unwert einer Antwort gehalten oder den Zeitpunkt für wenig geeignet geachtet: kurz, er schwieg 8 Jahre. Bei seiner diesmaligen Anwesenheit in Rom aber entschlofs er sich dem Verfasser, der inzwischen Sekretär der Congregation de propaganda fide geworden war, zu antworten, hauptsächlich wohl, wie gesagt, um sich einen *modus scribendi* zu eigen zu machen, wie er ihn in der Folgezeit brauchte, wenn er das lang geplante Werk über die Weltsysteme zur Ausführung bringen wollte. Dies Antwortschreiben, welches das Datum: „Rom, im Frühjahr 1624" trägt, ist für uns insofern von Wichtigkeit, als es eine Vorstudie zum Dialoge bildete. Als Zweck seiner Erörterungen wird von Galilei dabei — in ähnlicher Weise wie in dem Briefe an den

1) Diese bisher noch ungedruckte, als Manuskript in der Vaticanbibliothek aufbewahrte Schrift führt den Titel: De situ et quiete Terrae contra Copernici systema disputatio. Ihre Veröffentlichung durch Favaro steht bevor, der auch eine Entgegnung Keplers auf die Schrift Ingolis herausgeben wird. Rendi conti della R. Accademia dei Lincei 1891. vol. VII, 18.

Erzherzog Leopold und wie später in der Vorrede zum Dialog — die Absicht angegeben, den ausländischen Ketzern zu zeigen, dafs man die naturwissenschaftlichen Gründe zu Gunsten der kopernikanischen Lehre in Italien sehr wohl kenne, dafs also das Indexdekret nur aus theologischen Gründen erlassen worden sei. Auch sonst finden wir hier vielfach dieselben Gedanken, zum Teil mit fast denselben Worten ausgedrückt, wie im Dialog. Andererseits kommt auch manches zur Sprache, was verwunderlicherweise und wohl nur aus Versehen in dem gröfseren Werke fehlt, wie die ptolemäischen Gründe für die centrale Stellung der Erde im Weltall, über welche Galilei schon in dem Briefe an Mazzoni vom Jahre 1597, wiewohl von etwas anderen Gesichtspunkten aus, gehandelt hatte. Andere Erörterungen freilich hat Galilei im Dialog offenbar mit Absicht unterdrückt, weil sie sich gegen gar zu kindische Fehler Ingolis richten. So hatte dieser gemeint, dafs die kleinere Parallaxe der Sonne, die gröfsere des Mondes mit der kopernikanischen Lehre unvereinbar sei, weil ihrzufolge die Sonne als Weltcentrum vom Firmamente weiter abstehe als der Mond; je entfernter aber ein Himmelskörper vom Firmament sei, um so gröfser müsse seine Parallaxe ausfallen. Was die Übereinstimmungen zwischen dem Schreiben an Ingoli und dem Dialoge betrifft, so ist z. B. zu erwähnen, wie in beiden die Hinneigung des Verfassers zu der Annahme einer unendlich ausgedehnten Welt hervortritt[1]), jener gefährlichen von Giordano Bruno vertretenen Lehre, die Kopernikus selbst und ebenso Kepler nicht billigten. Ein anderer Punkt ist der Hinweis auf die ungeheuere Überschätzung der scheinbaren Fixsterngröfse, wie sie alle Astronomen, Tycho nicht ausgenommen, sich zu schulden hatten kommen lassen; eine falsche Grundlage, auf der ein ganzes Gebäude falscher Folgerungen errichtet worden war.[2]) Mit verdientem Spott überschüttet Galilei den häufig von seinen Gegnern ausgesprochenen Gedanken, dafs nach kopernikanischer Lehre das Firmament unverhältnismäfsig grofs sei, dafs bei einer solchen Entfernung desselben die Fixsterne nicht die Einwirkung auf die Erde üben könnten, die sie faktisch üben. Wie es Galileis durchweg festgehaltener Brauch ist, nur das Nächstliegende, das für den unmittelbaren Zweck Notwendige anzuführen, so spricht er auch hier nicht etwa den Zweifel aus — den er gewifs als berechtigt ansah — ob die Einwirkung der Fixsterne auf die Erde überhaupt in etwas anderem bestehe als in der geringen Lichtwirkung; er weist vielmehr nur den logischen Fehler

1) Vgl. II, 73 mit Dial. 39, 334.
2) Vgl. II, 79 mit Dial. 375ff.

eines derartigen Räsonnements nach, er sagt: um behaupten zu können, dafs die kopernikanische Entfernung der Fixsterne zu grofs sei, müsse man zuvor wissen, dafs die thatsächlich geübte Wirkung nicht bei der kopernikanischen, sondern bei der ptolemäischen Entfernung zustande komme.[1]) Im Dialog wird das Argument Ingolis in ganz ähnlicher Weise abgethan, nur dafs sich dort die Widerlegung gegen Scheiner richtet, der schon vor Ingoli in seinen *Disquisitiones mathematicae* dieselbe Überlegung angestellt hatte.[2]) Ferner kommt, wie nicht anders zu erwarten, der senkrechte Fall als Scheinargument der Peripatetiker gegen Kopernikus zur Sprache, und wie im Dialog richtet Galilei seine Angriffe sowohl gegen die zu Grunde liegende falsche Logik, wie gegen die unrichtigen von den Gegnern angeführten Thatsachen.[3]) Dabei geschieht auch des oft citierten Versuches Erwähnung, der nach Wohlwill[4]) vermutlich zuerst von Giordano Bruno erörtert wurde, nämlich des Fallversuchs mit einem Steine, der einmal auf ruhendem, einmal auf bewegtem Schiffe von der Mastspitze abgelassen wird. Die Aristoteliker versicherten, ohne den Versuch je ausgeführt zu haben, der Stein falle auf bewegtem Schiffe nicht am Fufse des Mastes nieder, sondern um ebensoviel davon entternt, wie das Schiff während des Falles sich bewegt habe. Die Kopernikaner, welche meist auch den Versuch nicht anstellten, gaben in der Regel die Richtigkeit dieser Behauptung zu, leugneten aber, dafs die „natürliche" Drehungsbewegung mit der „gewaltsamen" des Schiffes in Parallele gestellt werden dürfe. Galilei hält diese Verteidigung nicht etwa für gänzlich unrichtig, auch er hat die tausendjährige Unterscheidung von natürlichen und gewaltsamen Bewegungen nicht ganz verworfen; den Hauptnachdruck aber legt er auf die Unrichtigkeit der Thatsache, die er einerseits theoretisch mittels seines Beharrungsgesetzes, andererseits empirisch durch Hinweis auf den Ausfall des Versuchs widerlegt. Galilei sagt in dem Briefe an Ingoli bestimmt aus, dafs er den Versuch ausgeführt habe und zwar mit dem Erfolge, wie er seiner vorher durch Vernunftschlüsse gewonnenen Überzeugung entsprach.[5]) Im Dialog ist die Darstellung so gehalten, dafs man eher an die Nichtausführung des Experiments glauben möchte[6]); da uns Details der Ausführung nicht mitgeteilt werden, so scheint diese nicht eine sehr sorgfältige gewesen zu sein. — Fast wörtlich stimmen im Briefe an Ingoli und im Dialoge diejenigen Partieen überein, welche die

1) Op. II, 86. 2) Disq. math. p. 28; Dial. 388.
3) Vgl. II, 96—103 mit Dial. 145 ff.
4) Wohlwill, Beharrungsgesetz p. 71.
5) II, 99. 6) Dial. 151 f.

Bewegungserscheinungen unter Deck eines Schiffes schildern.[1]) — Ein weiteres, gänzlich verfehltes Argument Ingolis, das Galilei — aber wohl mit Unrecht — auch bei Tycho finden will[2]), bestand darin, dafs infolge der jährlichen Erdbewegung die Polhöhe eines Ortes eine bedeutende Änderung erleiden müsse: wenn schon die Bewegung auf der Erde um eine Strecke von 60 Miglien (= 1°) eine Veränderung der Polhöhe um 1° hervorrufe, was müsse da erst bei der so viel ausgiebigeren Bewegung der Erde im Weltenraum eintreten? — Dieser Unsinn findet sowohl im Dialoge wie im Briefe an Ingoli ausführliche Widerlegung.[3]) — Auch der im Saggiatore bereits erwähnte Versuch zur Klarstellung der sogenannten Deklinationsbewegung der Erdachse wiederholt sich hier und im Dialoge.[4]) — Die wahrscheinlich schon aus weit früherer Zeit[5]) stammenden Bemühungen Galileis, in Konkurrenz mit der aristotelischen Begründung einer einheitlichen Naturauffassung ein eigenes, recht seltsames System aufzustellen, wonach die geradlinige Bewegung aus der wohlgeordneten Welt verbannt wird, werden uns in dem Schreiben an Ingoli zum ersten Male vorgeführt; sie nehmen sich im Rahmen des Dialogs noch bizarrer aus als in einer Polemik gegen einen unwissenden Schwätzer.[6]) — Den Schlufs des Briefes bildet der Hinweis auf die Thatsache, dafs, abgesehen von Sonne und Erde, wo die Sache streitig ist, die nichtleuchtenden Weltkörper sämtlich Planeten sind, die leuchtenden Fixsterne, dafs also auch wahrscheinlicherweise die Sonne zu diesen, die Erde zu jenen gehört.[7])

Der Brief an Ingoli wurde zwar bei Lebzeiten Galileis nicht gedruckt[8]), er gelangte jedoch zur Kenntnis kleinerer Kreise. Ciampoli las daraus dem Papste vor, dem Erzbischof Corsini von Bologna wurde ein Exemplar zugeschickt. Von einer weiteren Verbreitung sah man zum Teil auch deswegen ab, weil eine neue antikopernikanische Schrift in Aussicht stand, die, wie es hiefs, auch gegen die galileische Abhandlung über Ebbe und Flut sich richten sollte. Es war ein ehemaliger Freund Galileis, der Ritter Scipione Chiaramonti, der gegen ihn zu Felde ziehen wollte. Sein Buch erschien jedoch erst 1628 und bekämpfte zwar die kopernikanische Lehre, aber ohne specielle Beziehung auf Galilei und dessen Theorie von Ebbe und Flut.

1) II, 101 f. und Dial. 197 f. 2) Vgl. zu Dial. 390.
3) Vgl. Op. II, 105—107 mit Dial. 390—394.
4) Op. II, 108; IV, 304; Dial. 417. 5) Vgl. oben p. XVII.
6) Op. II, 112; Dial. 20 ff. 7) Op. II, 114 und Dial. 282.
8) Die erste Veröffentlichung fand erst im Jahre 1812 im Giornale Enciclopedico di Firenze statt.

Galilei hatte bald nach seiner Rückkehr von Rom nun ernstlich begonnen, das Werk über die Weltsysteme in die Form zu bringen, in der es späterhin vollendet wurde; sechs Jahre hatte er daran zu arbeiten. In welcher Weise er die kopernikanische Lehre vorzubringen habe, stand ihm nunmehr fest. Er wufste, dafs dies nur in hypothetischer Form geschehen dürfe, und wiewohl es noch immer zweifelhaft sein konnte, was unter hypothetischer Form zu verstehen sei, so zog er doch aus der Aufnahme, die der Saggiatore und der Brief an Ingoli bei dem Papste und bei anderen mafsgebenden Persönlichkeiten gefunden hatte, den Schlufs, dafs er die stärksten Gründe für die Wahrheit der kopernikanischen Lehre vortragen könne, wenn er nur nicht vergafs hinzuzufügen, dafs diese Gründe durch die kirchliche Entscheidung ihren Wert einbüfsten. Er stellte sich dabei keineswegs auf den Standpunkt derer, die zwar auf Grund der kopernikanischen Lehre eine einfachere Berechnung der scheinbaren Gestirnsbewegungen für möglich hielten, aber aus physikalischen oder sonstigen Gründen die Erdbewegung für absurd erklärten. Es ist ihm also nicht darum zu thun, dieser gemäfsigten Ansicht Anhänger zuzuführen, in der Hoffnung etwa, dafs damit wenigstens eine Zwischenstation zur Wahrheit erreicht sei, dafs, mit anderen Worten, die Duldung gegenüber einer solchen hypothetischen Verwertung des Systems dessen Vorzüge im Laufe der Zeit in immer helleres Licht stellen und dafs infolge davon der hypothetischen Anerkennung früher oder später die volle, ungeteilte folgen werde. Trotz aller Maskierung, welche eine äufserliche Unterwerfung unter die Kirche dokumentieren sollte, war es G. heiligster Ernst um die Erringung des vollen Siegerpreises. Mit feinster Ironie wendet er sich gegen die Leute des wissenschaftlichen Kompromisses, indem er den Spiefs umdreht und umgekehrt von den Astronomen der alten Schule behauptet, es sei ihnen nur um irgendwelche Hypothese zu thun, auf Grund deren die Berechnung der scheinbaren Planetenbewegungen ermöglicht werde, während es ihnen gleichgültig sei, ob dabei nach anderen Seiten hin ungeheuerliche Annahmen mit unterliefen.[1]) Nichts mufste den Lesern Galileis paradoxer erscheinen, als eine solche Auffassung. War man doch gewohnt das genaue Gegenteil in unzähligen Schriften mit wenig Witz und viel Behagen vorgetragen zu hören. Aber je paradoxer Galileis Worte klangen, um so kräftiger mufste die darin liegende Wahrheit agitatorisch wirken, nachdem sie einmal als solche erkannt war. Dafs für ihn speciell ein Hinderungsgrund vorliege, sich über diese Fragen so

1) Dial. 356.

auszulassen, wie es jeder andere Katholik durfte, daran dachte er nie im entferntesten; und wäre dieser Gedanke in ihm aufgestiegen, so mufsten seine Besorgnisse schwinden, wo er sich im Besitze des von Bellarmin ausgestellten Zeugnisses wufste. Nur in einer Beziehung ist die Stellung zu dem Indexdekrete gegenüber den seither verfafsten Schriften eine etwas veränderte. Durchweg nämlich wird zwar auch im Dialog über die Weltsysteme die etwaige kirchliche Entscheidung als mafsgebend anerkannt, aber sie wird — aufser in der Vorrede — mehr als bevorstehend wie als wirklich ergangen hingestellt.[1]) Woraus Galilei die Berechtigung herleitet so zu sprechen, ist schwer zu sagen. Man darf wohl annehmen, dafs er, wie auch mancher moderne katholische Schriftsteller der Ansicht war, es sei im Jahre 1616 nur das Buch des Kopernikus verurteilt worden, über die Zulässigkeit der Lehre selbst aber sei nichts entschieden worden. Indessen mag ihm auch als Rechtfertigung vorgeschwebt haben, dafs der Dialog in der Zeit vor dem Indexdekrete spielt, wie daraus hervorgeht, dafs einer der Interlocutoren, Salviati, schon vor Erlafs desselben gestorben war. Freilich bindet sich Galilei in seinem Werke sonst durchaus nicht daran, nur solcher Thatsachen Erwähnung zu thun, die vor Salviatis Tode spielen. Immerhin mag er die dialogische Form des Werks und die Person des Vertreters der kopernikanischen Lehre mit aus diesem Grunde so gewählt haben, wie es thatsächlich geschah. Allem Anscheine nach hat sich Galilei zu der Gesprächsform erst nach seiner Rückkehr aus Rom entschlossen; wir finden sie zum ersten Male in einem Briefe vom 7. Dezember 1624 an Cesare Marsili in Bologna erwähnt.[2]) Welche Vorteile sie ihm bot, abgesehen davon, dafs die kirchliche Entscheidung als noch nicht gefallen bezeichnet werden konnte, liegt auf der Hand. Der Autor selbst entzog sich, formell wenigstens, einigermafsen der Verantwortung für das, wozu die Personen seines Dramas sich bekennen; und wiewohl kein Leser zweifeln kann, dafs in allen wesentlichen Stücken Salviati der Träger der vom Autor gebilligten Ansichten ist, so scheint Galilei doch an einigen Stellen, wo es sich um minder wichtige Fragen handelt, die Rolle des Belehrenden nur darum Sagredo zugewiesen zu haben, um die Fiktion zu unterstützen, dafs er sich nicht ohne weiteres mit Salviati identificiere.[3]) Aufser diesen in erster Linie mafsgebenden Gründen bewogen auch ästhetische und didaktische Rücksichten Galilei zu der Wahl der Dialogform, die er schon in seinem Jugendwerke, den *Sermones de motu gravium*, an-

1) Vgl. z. B. Dial. 372.
2) Op. VI, 300. 3) Dial. 186, 188, 265 ff.

gewendet hatte und von der er später auch in seinem wichtigsten Werke, den *Discorsi*, Gebrauch machte. Die treffliche Charakteristik, die psychologischen Feinheiten, die dramatische Kunst, welche mit höchster Spannung der Lösung eines Rätsels entgegensehen läfst, der kunstvoll geschlungene und dann entwirrte Knoten des Paradoxons, all das mufs selbst das Interesse des stumpfsten Lesers erwecken, mufs ihn durch die Form für den Inhalt gewinnen. Die platonische Lehre von dem unbewufsten Wissen und der Wiedererinnerung, die Galilei mit besonderer Vorliebe erwähnt, beeinflufst seine Darstellung; er will nicht nur die erkannte Wahrheit überliefern, auch den psychologischen Vorgang bei dem Akte der Erkenntnis veranschaulicht er, er giebt uns ein litterarisches Gegenstück zu der berühmten Mathematikergruppe der Raphaelischen „Schule von Athen", welche malerisch die Stufen der Erkenntnis darstellt. — Die ganze Inscenierung, die an die platonischen Dialoge erinnert und erinnern will, legt ein rühmliches Zeugnis für die künstlerische Befähigung Galileis ab; auch hat er nicht geringen Wert auf die gewählte Einkleidung gelegt, wie er selbst in einem Briefe vom 24. Dezember an den Fürsten Cesi zu erkennen giebt[1]); und wenn er dabei die Absicht ausspricht, den Rat und die Hilfe der Freunde für diesen Zweck in Anspruch zu nehmen, so ist das als blofse Höflichkeitsformel aufzufassen; geht ja doch sein dramatisches Talent zur Genüge aus dem Lustspielentwurf hervor, den wir von ihm besitzen. — Der Schauplatz des Gespräches ist der am Canale grande gelegene Palast Sagredos in Venedig; den im Dialog wiedergegebenen Erörterungen hat man sich andere als vorausliegend zu denken, die ihren Ausgang von der Besprechung des Gezeitenphänomens genommen haben. Ein bestimmter Zeitpunkt, in dem die Unterredungen stattfänden, ist nicht fingiert, wie denn z. B. das oben erwähnte Buch Chiaramontis kritisiert wird, obgleich es 14 Jahre nach dem Tode Salviatis erschien.

Was die Personen unseres didaktischen Dramas betrifft, so sind Salviati und Sagredo historische Figuren, deren äufsere Lebensverhältnisse im allgemeinen der Wirklichkeit entsprechend geschildert sind; ihr Andenken ist durch den Dialog und die Discorsi unvergänglich geworden. Filippo Salviati wurde geboren am 28. Januar 1583; er ging aus einer der zahlreichen florentinischen Kaufmannsfamilien hervor, welche es zur Zeit der Republik zu hohem Reichtum und Ansehen gebracht hatten; Vater, Grofsvater und Urgrofsvater hatten Senatorenrang. Mit Galilei wurde Filippo wahrscheinlich in Padua

1) Op. VI, 333.

bekannt, wo er dessen Unterricht genofs. Seine Verehrung für den grofsen Landsmann bewog ihn, nachdem Galilei Padua verlassen und sich wieder in seiner Heimat angesiedelt hatte, diesem seine in der Nähe von Florenz gelegene Villa *delle Selve* zum Wohnsitz anzubieten. Galilei machte in der That von diesem Anerbieten seit Anfang des Jahres 1611 oftmals Gebrauch; viele seiner Beobachtungen mag er auf der Kuppel des wundervoll gelegenen Landhauses, die einen Ausblick bis in die karrarischen Berge bietet, gemeinsam mit dem Freunde angestellt haben. Im Jahre 1612 wurde Salviati, jedenfalls auf Fürsprache Galileis hin, zum Mitglied der Accademia dei Lincei ernannt. Doch im folgenden Jahre schon mufste er infolge eines Etikettenstreites mit einem Angehörigen der Mediceerfamilie die Heimat verlassen[1] und fand in Barcelona am 22. März 1614 einen frühzeitigen, von Galilei tiefbeklagten Tod. Im Dialog schildert Galilei in der Person Salviatis wohl mehr sich selbst als seinen Freund; nur wo es sich um besonders wichtige Entdeckungen handelt, wird zur Vermeidung jedweden Mifsverständnisses zwischen Salviati und dem „Akademiker" unterschieden; unter letzterem ist dann eben Galilei selbst verstanden.

Giovan Francesco Sagredo wurde am 19. Juni 1571 in Venedig geboren als Sohn des hochangesehenen Patriciers Nicolò Sagredo, der sich vielfach im Dienste der Republik auszeichnete. Francesco war seit 1597 oder 1598 gleichfalls Schüler Galileis in Padua.[2] Trotz seines lebhaften Interesses für die Naturwissenschaften und die Mathematik und trotz mancher bemerkenswerten Leistungen auf diesen Gebieten wollte er nicht als Gelehrter gelten; sein ausgeprägtes Standesbewufstsein wies ihm seine Laufbahn an, die nur den Staatsgeschäften der Republik gewidmet sein konnte. Seine schnelle Fassungsgabe, sein gesundes Urteil, sein feines Verständnis befähigten ihn, über wissenschaftliche wie praktische Fragen sich eine bestimmte Ansicht zu bilden; Autoritäten vermochten nicht ihn einzuschüchtern, auch Galilei gegenüber hielt er gelegentlich an seiner Meinung fest, und nicht immer war das Unrecht auf seiner Seite. In allen Lebenslagen bewährt er sich als teilnehmendster Freund Galileis, er hilft ihm aus finanziellen Verlegenheiten, er lädt ihn zur Teilnahme an Erholungsreisen ein, er bietet seinen Einfluss auf, um bei den „Reformatoren" der Universität Padua eine Gehaltserhöhung seines Lehrers und Freundes durchzusetzen, er giebt ihm hygienische Ratschläge und sucht ihn zu seiner Lebens-

1) Favaro, Gal. Galilei e lo stud. di Padova II, 426.
2) Favaro, l. c. I, 195; Op. XI, 377.

führung zu bekehren, welche die eines geistreichen Weltmannes war. Im Jahre 1609 ging Sagredo als Konsul der venezianischen Republik nach Aleppo in Syrien, wo er bis 1611 verweilte. Er war also während der Übersiedlung Galileis nach Florenz abwesend; zweifellos würde er ihm aufs entschiedenste widerraten haben, Padua zu verlassen, wie er denn ganz bestürzt war, als er bei seiner Rückkehr von dem Geschehenen Kenntnis erhielt. Am 1. März 1620 starb er, eine der liebenswürdigsten und charakteristischsten Erscheinungen aus Galileis Bekanntenkreis. Im Dialog steht Sagredo zwischen den Fachmännern Salviati und Simplicio als der gebildete Laie; er ist günstig prädisponiert für die neuen Lehren, und wenn er durch die gepflogenen Erörterungen erst völlig für sie gewonnen ist, so kennt sein Enthusiasmus keine Grenzen. Er rekapituliert öfters die schwerer verständlichen Argumente, um sie in populärere Form zu bringen, greift übrigens auch häufig mit eigenen Gedanken in die Debatte ein; namentlich werden ihm diejenigen Einfälle in den Mund gelegt, für die der Autor nicht die volle Verantwortung übernehmen mag, die er aber doch für bedeutend genug hält, um sie nicht verloren gehen zu lassen.

Die dritte im Dialoge auftretende Person, Simplicio, ist der Repräsentant der konservativen, autoritätengläubigen Wissenschaft, der Büchergelehrsamkeit. Der Name spielt einerseits auf die Einfalt des guten Mannes an, andererseits ist er in Erinnerung an den bekannten, dem sechsten nachchristlichen Jahrhundert angehörigen Kommentator der aristotelischen Schriften gewählt. Dafs in ihm eine bestimmte Person porträtiert wird, ist nicht wahrscheinlich. Es werden wohl Züge verschiedener Peripatetiker zu dieser typischen Figur, einem köstlichen Gegenstücke des goetheschen Wagner, verschmolzen worden sein. Dafs Simplicio nicht etwa, wie Galileis Gegner vorgaben, Papst Urban VIII. sein solle, wenngleich Galilei notgedrungen ihm auch dasjenige Argument in den Mund legte, welches Urban mit Vorliebe anzuwenden pflegte, bedarf kaum der Widerlegung. Abgesehen davon, dafs der Papst im übrigen durchaus nicht den Standpunkt Simplicios teilte, würde man Galilei wahrlich eine arge Thorheit zumuten, wenn man glauben wollte, er habe zu den ohnehin schon zahlreichen äufseren Schwierigkeiten sich mutwillig eine weitere in den Weg gelegt. Simplicio sollte eben alle Gründe der Antikopernikaner ins Gefecht führen, und so mufste ihm auch das Argument des Papstes in den Mund gelegt werden. – Die Charakteristik Simplicios im Dialog zeugt von dem wahrhaft genialen dichterischen Vermögen Galileis. S. ist ein Büchermensch ohne Falsch und Tücke, der hierdurch gegen viele

seiner realen Gesinnungsgenossen vorteilhaft absticht. Zwar zeigt er hie und da Spuren von Eigensinn und rechthaberischem Wesen, giebt sich aber doch alle erdenkliche Mühe, so sauer es ihm wird, für den Standpunkt seines mit so fremdartigen Mitteln operierenden Gegners Verständnis zu gewinnen. Die neuen Lehren hält er anfänglich für ein unheilvolles, auf die Untergrabung aller Wissenschaft gerichtetes Unterfangen; doch aber möchte er sie kennen lernen, schon um darüber mitsprechen zu können. Schliefslich aber kann er sich dem starken Eindruck, den sie auf ihn machen, kaum entziehen, und selbst seine Nachtruhe leidet darunter. Die Hoffnung aber, dafs alles doch noch beim alten bleiben könne, verläfst ihn bis zuletzt nicht und gewährt ihm Trost.

Welches ist nun die eigentliche Absicht, die Galilei mit dem Dialog zu verwirklichen versuchte? Mancher moderne, vielleicht auch mancher zeitgenössische Leser mag von einem Werke, das über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme zu handeln versprach, ganz etwas anderes erwartet haben, als er thatsächlich vorfindet. Vor allem scheint der Titel einerseits eine ins Detail gehende Auseinandersetzung über die Erklärung der astronomischen Erscheinungen durch die komplizierte Epicykeltheorie des Ptolemäus und seiner Nachfolger zu versprechen, andererseits hofft man im Gegensatze dazu die vereinfachenden, aber noch immer nicht ganz einfachen Annahmen des Kopernikus in ähnlicher Durchführung wie in dessen klassischem Werke, nur vielleicht in anmutigerer Form erörtert zu finden. Man vermutet wohl auch eine lichtvolle Auseinandersetzung über die in den Jahren 1609 und 1619 veröffentlichten keplerschen Gesetze, welche die noch übrig bleibende Komplikation des kopernikanischen Systems auf bewundernswerte Weise beseitigten: aber von alle dem findet sich im Dialog kaum eine Andeutung. Man kann das Werk gelesen haben und dabei zu der Meinung gelangt sein, Kopernikus lasse die Planeten in exakten Kreisen wandeln, deren Mittelpunkt die Sonne sei, und man kann glauben, dafs der Autor diese Ansicht billige. In dieser Beziehung führt das Buch den unvorbereiteten Leser geradezu irre, sodafs man nicht umhin kann, darin einen bedeutenden Fehler desselben zu sehen. Ob der ursprüngliche Plan des Werkes *de systemate mundi* diesen Fehler nicht vielleicht ausgeschlossen hätte, steht dahin.

Die Erklärung dieser anfänglich sehr befremdenden Erscheinung ist nicht schwer zu geben. Galilei wollte kein astronomisches Lehrbuch schreiben, keine Anleitung zur Berechnung der Planetenbahnen geben, er wollte nur eines: die mehr oder weniger thörichten Vorurteile gegen jede Erdbewegung ihres Scheines entkleiden,

mochten diese nun im Kreise von Dilettanten oder Gelehrten, von Philosophen oder Astronomen herrschend sein. Von allen diesen Vorurteilen waren es nun aber die physikalischen Einwände fast ausschliefslich, welche ernsthafte wissenschaftliche Widerlegung erforderten. Daher interessiert die physikalische Seite des kopernikanischen Systems Galilei vorwiegend, und die Partieen des Dialogs, die sich mit dieser beschäftigen, sind bei weitem die wertvollsten. Wäre ihm der Titel nicht aufgenötigt worden, so würde dieser die Absicht des Buches deutlicher kundgegeben haben. Den physikalischen Beweis für die Erdbewegung wollte G. erbringen und zwar in so gemeinverständlicher Weise, als nur eben angängig war, er wollte diese als Extravaganz verschrieene Lehre popularisieren und gleichzeitig eine Vorstellung von dem geben, was er für die wahre Methode der Naturforschung erkannt hatte. Die Form der Darstellung ist darauf berechnet, einen möglichst grofsen Leserkreis zu gewinnen, aber freilich war zu jener Zeit nicht daran zu denken, breiten Volksmassen derlei Dinge zugänglich zu machen. Es konnte sich nur um die verhältnismäfsig kleine Schar der Gebildeten handeln, obgleich auch diese, damals wie allezeit, zähe an den von Jugend auf eingeimpften Vorurteilen hingen, und man auch ihnen die plumpsten logischen Schnitzer, die gröbste Unkenntnis der Thatsachen zutrauen durfte. — Ob in Einzelheiten Kopernikus nicht vielleicht geirrt habe, erörtert Galilei im Dialoge nicht. Wie er über gegnerische Argumente dachte, die von dieser Seite her Kopernikus angriffen, erfahren wir z. B. aus dem Briefe an Ingoli: er vergleicht dort den Antikopernikaner, welcher solche Gründe anführt, mit dem Manne, der ein schönes neuerbautes Haus niederreifsen will, weil der Ofen raucht. Alle quantitativen Bewegungsverhältnisse der Himmelskörper werden demgemäfs im Dialog nur flüchtig besprochen; blofs in den grofsen Grundzügen werden die beiden einander gegenüberstehenden Systeme charakterisiert. Eine solche Beschränkung der Aufgabe ist an und für sich vollkommen berechtigt; aber man erwartet von Anfang an einen nachdrücklichen Hinweis darauf, dafs die thatsächlichen Vorgänge viel verwickelter sind, als das im Dialoge gegebene Schema der kopernikanischen Lehre andeutet. Dieser Hinweis fehlt, erst am vierten Tage des Dialogs findet sich eine beiläufige Andeutung von einer möglicherweise vorhandenen Ungleichmäfsigkeit der Erdbewegung.[1]) Von Keplers Riesenarbeiten ist keine Rede, seinen Namen nennt zwar Galilei einige Male, einmal aus ziemlich geringfügigem Anlafs bei einer Polemik

1) Dial. 473 ff.

gegen Chiaramonti, ein anderes Mal um ihm eine milde, aber unberechtigte Rüge wegen seiner Ansichten über die Anziehung des Mondes zu erteilen.[1]) Ja es scheint, dafs Galilei die Hauptwerke Keplers, die Astronomia nova seu de motibus stellae Martis und die Harmonice mundi nie gelesen hat: wenigstens spricht er nirgends, weder im Dialog noch sonst wo, von den mühevollen und grofsartigen Entdeckungen unseres Landsmannes, und wiewohl er seinen Namen mit Achtung nennt — wenigstens in den für die Öffentlichkeit bestimmten Schriften, nicht stets in seinen Briefen — so hat er doch die ganze Geistesgröfse des Mannes nicht anerkannt, der unzweifelhaft als Astronom, wenngleich nicht als Physiker und als Reformator der herrschenden Weltanschauung, den Vorrang vor dem grofsen toskanischen Philosophen hat.

Die Aufgabe, die sich Galilei stellte, bestand also darin, die Lehre von der Erdbewegung auf ihre Wahrheit hin zu prüfen; dafs sie die scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper im allgemeinen hinreichend zu erklären vermöge, stand bei den einsichtigeren antikopernikanischen Astronomen, wie Magini und anderen, im grofsen und ganzen fest. Diese Seite der Frage erfährt daher keine sehr ausführliche Besprechung. Anders verhielt es sich mit den physikalischen Thatsachen, denen gegenüber das kopernikanische System allerdings absurd erscheinen mufste, solange das Beharrungsgesetz nicht bekannt war; und anders stand es auch mit dem Verhältnis jener Lehre zu den herrschenden naturphilosophischen Anschauungen, die von Aristoteles ererbt und durch jahrhundertelange Geistesarbeit assimiliert, mit einer heutzutage fast unvorstellbaren Allgewalt die Geister beherrschten. Ein grofser Teil der Anziehungskraft, die der Dialog noch heute unvermindert auf den Leser übt, beruht gerade darauf, dafs er uns die Macht der überkommenen Lehren in anschaulichster Weise schildert, indem er ihnen zugleich einen tödlichen Schlag versetzt. Alle die Mämer, die vor Galilei im 16. Jahrhundert Aristoteles bekämpften, stehen doch noch immer im Banne seiner Formeln. Was wollte die Losbröckelung einzelner Bausteine besagen? was war es, wenn Cardanus einzelnen Punkten der aristotelischen Lehre von den Elementen seine Anerkennung versagt, oder wenn Tycho de Brahe die Realität der Himmelssphären bestreitet, wobei dahingestellt bleiben mag, inwieweit Aristoteles für diese ihm zugeschriebene Ansicht verantwortlich ist? Trotz der geharnischten Worte, die dabei gegen Aristoteles fallen, fanden die Denkmittel, die Forschungsmethode und überwiegend auch

1) Dial. 285, 483.

die positiven Ergebnisse seiner Philosophie bei diesen sich selbst sehr kühn erscheinenden Neuerern keinen Widerspruch. Aber an die Wurzel des scheinbar noch immer so triebkräftigen Baumes der peripatetischen Wissenschaft legte in wirksamer Weise zuerst Galilei die Axt.

Die neue Philosophie lehrte, die Erde sei ein Stern wie andere Sterne, die Sterne seien Erden wie unsere Erde. Gegen diese Erkenntnis sträubte sich die herrschende Schule, und dieser Satz war es auch im Grunde, gegen den die Kirche sich wehrte. Bisher galten die Himmelskörper als ewig unveränderlich, als unvergleichlich erhaben über die schmutzige Hefe des Weltalls, die Erde. Man sah in ihnen, wenn auch nicht mehr Götter, so doch englische Intelligenzen (*intelligentiae assistentes* oder *informantes*), und doch liefs man sie um die Erde kreisen, und doch sollten sie geschaffen sein, um dieser zu dienen. Von diesen teleologischen und anthropocentrischen Anschauungen die Geister zu befreien, zu lehren, dafs die Himmelskörper zwar nicht wesensgleich, aber doch vergleichbar mit der Erde sind, war der erste Schritt zu der gefährlichen Erkenntnis — und dies fühlten die konservativen Mächte instinktiv heraus — dafs auch der Mensch nicht um irgend welcher Gespenster willen, dafs keine Gespenster um seinetwillen thätig sind, dafs er seine eigenen Bahnen zu wandeln hat, wie sie seiner Natur gemäfs sind.

Mit der Widerlegung der aristotelischen und sonstigen Beweise für die grundverschiedene Natur von Himmel und Erde und mit den Argumenten für die Verwandtschaft zwischen beiden beschäftigt sich der erste Tag des Dialogs. — Die Vereinbarkeit der alltäglichen Bewegungserscheinungen auf der Erde mit deren Achsendrehung bildet der Hauptsache nach den Inhalt des zweiten Tages. Hier sowohl wie in den Gesprächen des ersten Tags wird die Bewegungslehre des Aristoteles, die das Fundament für seine ganze Naturphilosophie bildet, einer eingehenden Kritik unterworfen. Hier finden sich jene Stellen über die Wirksamkeit der Beharrung, die bei den Zeitgenossen so grofses Aufsehen erregten. Die allgemeine Erkenntnis freilich ist in ihnen, wie früher bemerkt, noch nicht enthalten. — Das dritte Buch handelt von der Bewegung der Erde um die Sonne, enthält aber auch einen langen Abschnitt über den im Jahre 1572 neuerschienenen Stern in der Cassiopeja, worin gegen Chiaramonti bewiesen werden soll, dafs auch der Himmel Veränderungen unterworfen ist. Er würde also im Grunde besser in den Rahmen des ersten Tages sich gefügt haben. — Der vierte Tag endlich behandelt das Problem, das den Ausgangspunkt der Gespräche gebildet hat, die Frage, wie mit Hilfe der Erd-

bewegung die Gezeiten zu erklären seien. — Auf die vielen episodischen, zum Teil höchst bedeutsamen Erörterungen hier einzugehen, dürfte um so weniger nötig sein, als in den Anmerkungen sich hinreichend Gelegenheit dazu bietet. Dafs zahlreiche Irrtümer bei diesen Erörterungen unterlaufen, wird niemand auffällig finden, der Schriften aus der vorgalileischen Zeit kennt; bei Leonardo da Vinci, bei Tartaglia, bei Nicolas Cusanus, bei Giambattista Porta u. a., in geringerem Grade auch bei Benedetti, heifst es mühsam das Körnchen Wahrheit aus der Spreu des Irrtums herauslesen, bei Galilei berührt der Irrtum unangenehmer, weil die Wahrheit überwiegt.

Der Dialog ist grofsenteils entstanden aus der Umarbeitung und Verwebung einzelner vorrätig gewesener Stücke. Wie man sich diese Umarbeitung zu denken habe, geht am deutlichsten hervor aus der Vergleichung der entsprechenden Partieen des Dialogs mit dem Briefe an Ingoli und mit dem im Jahre 1616 an Orsini gerichteten *Discorso sopra il flusso e reflusso del mare*. Es rühren daher manche Unebenheiten der Komposition: so sind z. B. die Abschnitte p. 335 f. und 348 ff. zwei verschiedene Bearbeitungen desselben Gegenstandes, deren jede für sich berechtigt wäre, die aber als Teile eines und desselben Ganzen im Widerspruch miteinander stehen. Denn nachdem in der ersteren Partie schon der bedeutende Wechsel in der scheinbaren Gröfse des Mars und der Venus, sowie die Phasenänderung der Venus gelehrt worden ist und zwar in der Weise, dafs gerade auf Grund dieser Thatsachen eine Skizze des kopernikanischen Systems konstruiert wird, hebt die zweite Partie damit an, dafs als Haupteinwand gegen das System das scheinbare Fehlen dieser Erscheinungen bezeichnet wird. Dieser Widerspruch tritt in den modernen Ausgaben des Dialogs noch nicht einmal so grell hervor wie in der *editio princeps*, weil in jenen zwischen den genannten Abschnitten ein nachträgliches Einschiebsel Galileis aus dem paduanischen Exemplar (siehe p. LXXVI) untergebracht ist. Es scheint sogar, dafs Galilei diesen Zusatz später hauptsächlich darum an jener Stelle einschaltete, um die inconcinne Darstellung einigermafsen zu verdecken. — Auch sonst findet sich im Dialog mehrfach ein und dieselbe Sache an verschiedenen Stellen besprochen, ohne dafs an der späteren Stelle auf die frühere Bezug genommen würde; oder es wird diese Beziehung auf ganz äufserliche Weise dadurch hergestellt, dafs es am Schlusse heifst, man erinnere sich, darüber schon einmal diskutiert zu haben. Bisweilen hat Galilei Ausarbeitungen, die er seit langem fertig liegen hatte, an deren völlige Richtigkeit er aber nicht mehr glaubte, gleichwohl dem Dialoge einverleibt; mit ein paar der letzten Redaktion angehörige

Worten wird dann gewissermafsen ein Strich durch die unmittelbar zuvor gepflogenen Erörterungen gemacht. Dahin gehört z. B., was über die angebliche Praxis und Theorie des Schiefsens der Vögel im Fluge (p. 188) mitgeteilt wird. Dahin gehört auch die noch weit auffälligere Verteidigung eines Satzes, der aus früher Zeit stammend Galilei so wohl gefallen haben mufs, dafs er ihn trotz nunmehriger besserer Erkenntnis nicht unterdrücken mag und ihn noch immer als wahrscheinlich hinstellt. Es ist der Satz, dafs ein auf der rotierenden Erde fallender Körper sich, absolut genommen, möglicherweise in einer Kreisbahn bewege.[1])

Aus welcher Zeit die verschiedenen Partieen des Dialogs stammen, wird sich im einzelnen schwerlich ermitteln lassen, wenn auch manches mit Gewifsheit, manches vermutungsweise darüber angegeben werden kann. So scheint der Schlufs des dritten Tages, der von dem Magnetismus handelt, im Jahre 1626 geschrieben zu sein, da Galilei damals sich wieder mit diesem Gegenstande zu beschäftigen begann.[2]) — Die auf Cesare Marsili bezügliche Stelle am Ende des ganzen Werks wurde noch 1631 hinzugefügt, als schon sechs Bogen des Buches gedruckt waren. Ferner mufs der erste Tag vor der Veröffentlichung des chiaramontischen Werkes *De tribus novis stellis*, also vor dem Jahre 1628 geschrieben worden sein, da Galilei dort von demselben keine Kenntnis verrät. Es ist sogar auffallend, dafs er den p. 56 ausgesprochenen Tadel, Ch. habe im Antitycho den neuen Sternen nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt, bei einer späteren Revision nicht zurücknahm, nachdem Ch. ein umfangreiches Buch über den Gegenstand verfafst hatte. Die sehr ausführliche Kritik dieses späteren Werkes ist im zweiten und dritten Buche des Dialogs enthalten. Obgleich Galilei, wie es scheint, den auf die kopernikanische Lehre bezüglichen Teil des *liber de tribus novis stellis* schon im Jahre 1626 vor dem Erscheinen des Buchs kannte[3]), so wird doch die Polemik dagegen am Schlusse des zweiten Tages erst nach der Veröffentlichung des Buches verfafst worden sein. Mit Gewifsheit ist dies anzunehmen von der Widerlegung der chiaramontischen Rechnungen bezüglich des neuen Sternes von 1572, mit der die Erörterungen des dritten Tages anheben. — Bei diesem Anlafs sei es gestattet, über das Verhältnis von Ch. zu G. einiges mitzuteilen. Der Cavaliere Scipione Chiaramonti aus Cesena war mit Galilei seit 1592 bekannt, stand aber lange Zeit aufser Verbindung mit ihm. Im Jahre 1613, als es sich um den An-

1) Näheres darüber zu Dial. p. 173. 2) Op. VI, 314.
3) Vgl. Op. VI, 309. Die Note Alberis ist unrichtig.

kauf einer künstlichen Uhr für den Grofsherzog handelte, fand wieder eine Annäherung statt; Galilei gab bei dieser Gelegenheit den Rat, das Gutachten des von ihm mit warmen Worten empfohlenen Ch. einzuholen, den er als verständigen Mathematiker kennen gelernt habe und der Gelegenheit hätte, die Uhr in Cesena zu besichtigen.[1]) Dieser dankte für Galileis Freundlichkeit in überschwänglichen Worten, es war eben damals noch nicht kompromittierend, mit Galilei auf gutem Fufse zu stehen. Chiaramonti nämlich war einer jener geschmeidigen, talentvollen Männer, die sich für eine Sache nicht um der Sache willen erwärmen und denen der Gedanke ferne liegt, dafs es um eine mühsam erworbene, festbegründete Überzeugung doch ein schönes Ding sei. Das orthodoxe Peripatetikertum war nun einmal der angemessene Standpunkt für den Professor in Perugia — diese Stellung bekleidete damals Chiaramonti — und da er auch weiterhin Carrière zu machen gedachte, so galt es selbstverständlich in seinen Augen als ein verdienstliches Werk, gegen alle Neuerer zu Felde zu ziehen. Als ersten ersah er sich Tycho de Brahe aus, welcher im Widerspruch mit Aristoteles behauptet hatte, die Kometen und der neue Stern von 1572 gehörten nicht der elementaren, sondern der Himmelsregion an. So entstand der *Antitycho*, der im Jahre 1621 erschien, und der es sich zur Aufgabe machte, die sublunare Natur der Kometen zu erweisen. In dieser Frage stand Ch. in keinem Gegensatze zu Galilei. Dieser nämlich beurteilte ungerechterweise Tycho ebenfalls sehr ungünstig und nahm in der Kometenfrage einen Standpunkt ein, der sich mit dem Chiaramontis vereinigen liefs; ja G. spricht noch im Saggiatore[2]) von dem Antitycho mit lobenden Worten. Wohl aber nahm er Anstofs an der weitergehenden Absicht seines ehemaligen Freundes, die modernen Lehren von der Veränderlichkeit des Himmels überhaupt als unbegründet zu erweisen und zu zeigen, dafs auch die neuen Sterne von 1572, 1600 und 1604 mit den peripatetischen Lehren in keinem Widerspruch stünden. Durch den Antitycho geriet Ch. zunächst in eine heftige litterarische Fehde mit Kepler, der sich in seinem 1625 veröffentlichten *Tychonis Brahei Dani Hyperaspistes* seines verstorbenen Lehrers Tycho aufs ritterlichste annahm und in einem Anhang auch gegen Galileis Saggiatore einige nicht sehr wesentliche, sachlich wohlbegründete, in der Form überaus freundliche Einwendungen machte. Chiaramonti antwortete in seiner *Apologia Sc. Claramontii pro Antitychone suo adversus Hyperaspistem Io. Keplei* (Ven. 1626). Galilei hatte die Absicht, auf jenen Anhang im Dialog

1. Op. VI, 202. 2. Op. IV, 171. Vgl. Dial. 294.

zu erwidern; es unterblieb dies aber, einmal wohl, weil es sich um ziemlich unwichtige Dinge handelte, sodann weil trotz der gegenteiligen Äufserung Galileis[1]) wenig darauf zu erwidern war. Hatte Chiaramonti im Antitycho die Frage der neuen Sterne nur gestreift, so wollte er nun darüber *ex professo* handeln, und damit auch das berühmteste Werk Tychos, die Progymnasmata, worin der neue Stern von 1572 in Verbindung mit vielen anderen wichtigen astronomischen Fragen ausführlich besprochen wird, vernichten; zugleich bot sich ihm willkommener Anlafs, noch einmal gegen Kepler zu polemisieren, denn dieser hatte in seiner Schrift *De stella nova in pede Sagittarii* über den neuen Stern von 1604 ganz ähnliche Ansichten aufgestellt, wie Tycho über den von 1572 in den Progymnasmata. Das Buch Chiaramontis ist das mehrfach erwähnte, dessen vollständiger Titel lautet: De Tribus Novis Stellis Quae Annis 1572. 1600. 1604 Comparuere Libri Tres Scipionis Claramontii Caesenatis In quibus demonstratur rationibus, ex Parallaxi praesertim ductis Stellas eas fuisse Sublunares, et non Caelestes Adversus Tychonem, Gemmam, Maestlinum, Digesseum, Hagecium, Santucium, Keplerum, aliosque plures Quorum Rationes in Contrarium adductae solvuntur. Illustriss. Ac Reverendiss. Francisco Card. Barberino. Caesenae: Apud Iosephum Nerium Impress. Cameralem 1628. Darin sollte die sublunarische Natur der neuen Sterne, wie im Antitycho die der Kometen, erwiesen und nebenbei in einem besonderen Kapitel die kopernikanische Lehre widerlegt werden. Wie früher angegeben, hatte Galilei das Manuskript des auf die kopernikanische Lehre bezüglichen Teiles schon 1625, also zwei Jahre vor dem Erscheinen des Buches, in Händen gehabt, sodafs also der Schlufs des zweiten Tages des Dialogs, der sich mit diesem Teile beschäftigt, kurz darauf entstanden sein könnte. Da aber der übrige Teil des chiaramontischen Buchs erst während des Drucks Galilei bekannt wurde, so ist die Kritik desselben zu Beginn des dritten Tags jedenfalls nicht vor 1628 verfafst, wie übrigens auch aus einem Brief Castellis vom 5. August 1628 hervorgeht.[2]) Im gleichen Jahre, wo das Buch von den neuen Sternen erschien, avancierte sein Verfasser zum Professor in Pisa, ein Beweis von der Stärke der gegen Galilei in seiner eigenen Vaterstadt gerichteten Strömung.

Auch die im Dialog enthaltene Polemik gegen Scheiners *Disquisitiones* scheint erst spät, wahrscheinlich im Jahre 1629 niedergeschrieben worden zu sein. Denn ohne besonderen Anlafs würde G. dem herzlich unbedeutenden Büchlein, das schon 1614 erschienen war und keineswegs

1) Op. VI, 310. 2) Op. Suppl. 227.

grofses Aufsehen erregt hatte, schwerlich solche Aufmerksamkeit gewidmet haben. Ein solcher Anlafs lag aber für ihn doch wohl erst vor, als er im Jahre 1629 hörte, dafs Scheiner ein grofses Werk über die Sonnenflecken, die *Rosa Ursina*, drucken lasse.[1]) Es steht zwar nicht fest, wieviel Galilei von dem polemischen und sachlichen Inhalt der Rosa vor ihrem Erscheinen wufste, aber dafs Angriffe gegen ihn und gegen seine Prioritätsansprüche auf die Sonnenfleckenentdeckung zu erwarten waren, konnte nicht zweifelhaft sein. So versuchte denn Galilei dem Gegner im Dialog zuvorzukommen und dazu bot sich kein besserer Anlafs als eine Besprechung des Werkchens, das u. a. auch die kopernikanische Lehre bekämpfte. Eine Anspielung auf die 1630 vollendete Rosa Ursina findet sich hingegen nicht im Dialog. Da nun Galilei, wäre ihm Scheiners Werk bekannt gewesen, den triftigsten Grund gehabt hätte, auf den von ihm vorausgesagten Umschwung in den Ansichten Scheiners, der zwar teilweise schon in den letzten Briefen an Welser, mit voller Deutlichkeit aber erst in der Rosa sich dokumentiert, triumphierend hinzuweisen, so haben wir anzunehmen, dafs der 1632 veröffentlichte, aber schon im Mai 1630 druckfertig gewordene Dialog an den auf Sch. bezüglichen Stellen seit 1630 keine Änderung mehr erfuhr. Das Erscheinen der Rosa Ursina rechtfertigte die Erwartungen Galileis und seiner Freunde; sie brachte wirklich eine äufserst erbitterte Polemik, deren Ausgangspunkt die Stelle in der Einleitung des Saggiatore bildet[2]), wo sich Galilei beklagt hatte, dafs ihm andere den Ruhm der Sonnenfleckenentdeckung streitig machten. Ein ganzes äufserst weitschweifiges und langweiliges Buch des dickleibigen Folianten ist mit dieser Polemik angefüllt. Was die Prioritätsfrage betrifft, so sind Scheiners Ansprüche Galilei gegenüber, wie oben bemerkt, zwar nicht berechtigt, sie können aber, obgleich dies nicht wahrscheinlich ist, *bona fide* erhoben sein; in der Veröffentlichung durch den Druck ist ja Sch. unzweifelhaft Galilei zuvorgekommen, während Fabricius ihnen beiden voranging. Hingegen spricht Sch. nirgends davon, dafs seine seit 1612 völlig veränderten Anschauungen über die Natur der Sonnenflecken nur durch die Auseinandersetzungen Galileis in den *Lettere intorno alle macchie solari* veranlafst sind, und dieses Schweigen ist es, was auch die Aufrichtigkeit seiner übrigen, zum Teil unkontrollierbaren Behauptungen verdächtig erscheinen läfst. Andererseits ist aber in der Rosa viel sachlich Neues und Richtiges enthalten, vor allem die genauere Festlegung des Sonnenäquators und die damit zusammenhängende Erkenntnis von

1 Op. VI, 327; IX, 147. 2) Op. IV, 150.

der periodischen Formveränderung der scheinbaren Fleckenbahnen; aber auch sonst eine Menge auf die Flecken bezüglichen dankenswertesten Details, das zum Teil in unserer Zeit neu entdeckt werden mufste, da es in Vergessenheit geraten war. Nun findet sich auch im Dialog, der zwei Jahre nach der Rosa erschien, die Neigung der Sonnenachse gegen die Ekliptik nebst den daraus fliefsenden Folgerungen erörtert[1], und zwar in einer Weise, die offenbar darthun soll, Galilei habe schon vor 1614 von dieser Thatsache Kenntnis gehabt. Es läfst sich nicht leugnen, dafs diese Darstellung sehr auffällig ist[2] und mindestens den Schein gegen sich hatte. Die Empfindungen Scheiners, als ihm der Dialog zuerst zu Gesichte kam, sind daher nicht ganz unerklärlich: die vernichtende Kritik der Disquisitiones und gleichzeitig der scheinbare Raub an der Rosa versetzten ihn und das ganze jesuitische Lager in grenzenlose Wut, die nur um so gefährlicher war, weil sie sich zunächst nicht litterarisch austobte.

Das Erscheinen des Dialogs schob sich infolge einer Menge von äufseren Schwierigkeiten lange hinaus. Am 24. Dezember 1629 hatte Galilei an Cesi geschrieben, er sei im wesentlichen fertig, er habe fast nur noch die Verbindungsglieder zwischen die einzelnen Erörterungen einzuschieben und die Einleitung abzufassen. Gleichzeitig spricht er die Absicht aus, nach Rom zu kommen, um den Druck, der aus den gleichen Gründen wie beim Saggiatore dort stattfinden sollte, selbst zu überwachen. Am 12. Januar 1630 schreibt er an Marsili, er sei mit der Revision des Manuskripts beschäftigt; am 16. Februar teilt er ihm mit, dafs er Ende des Monats nach Rom abzureisen gedenke. Die Aussichten auf die Erlangung der Druckerlaubnis schienen günstig zu sein, da einerseits Galileis einflufsreicher Freund und Fürsprecher Ciampoli den Papst zu gewinnen suchte, andererseits seit 1629 derselbe Riccardi als Magister Sacri Palatii an der Spitze der römischen Censur stand, der das Imprimatur für den Saggiatore in so schmeichelhaften Ausdrücken abgefafst hatte. Vor allem sah Castelli, der sich inzwischen in Rom niedergelassen hatte, die Dinge im rosigsten Lichte und hoffte, dafs sich auch die letzte Schwierigkeit durch Galileis persönliche Anwesenheit in Rom beseitigen lasse.

Die Abreise Galileis verschob sich indessen bis zum Beginne des Mai. In Rom angekommen, wurde er wiederum vom Papste huldvoll empfangen. Auch Riccardi, dem das Manuskript übergeben wurde, machte anfänglich keine erheblichen Schwierigkeiten; er meinte zwar, die hypothetische Auffassung der kopernikanischen Lehre im Dialog

1) Dial. 362 ff. 2) Vgl. zu Dial. 362.

sei nicht dieselbe, welche bei der Korrektur des Buches von Kopernikus im Jahre 1620 für die Indexkongregation mafsgebend gewesen sei, aber er hielt es für möglich, durch Beifügung einer geeigneten Einleitung und Schlufsbetrachtung und durch Korrekturen im einzelnen das Werk auf diesen hypothetischen Standpunkt zu bringen. Zu diesem Behufe wurde die Korrektur des Dialogs dem Dominikanerpater Raffaello Visconti, dem sachverständigen Kollegen Riccardis, aufgetragen. Nachdem dieser die notwendig scheinenden Änderungen vorgenommen und seine Approbation ausgesprochen hatte, welche noch der Bestätigung von seiten des Magister Sacri Palatii bedurfte, versprach Riccardi den Papst zu Gunsten Galileis zu stimmen. Der Widerstand des Papstes war hauptsächlich gegen die Zurückführung der Gezeiten auf die Erdbewegung gerichtet; er hatte dafür nämlich eine eigene Theorie, er meinte, man dürfe die göttliche Allmacht nicht beschränken wollen, es müsse für Gott auch auf anderem Wege als auf dem von Galilei gelehrten möglich sein jene Erscheinungen hervorzurufen. Galilei mufste sich darum vor allem dazu verstehen, den beabsichtigten Titel des Buches, der Ebbe und Flut ausdrücklich erwähnte, abzuändern. Abgesehen davon, so meinte Riccardi, werde es sich nunmehr nur um Kleinigkeiten handeln. Um indessen schon jetzt wegen des Drucks mit einem Verleger verhandeln zu können, bemühte sich G. mit Erfolg, dafs Riccardi die formelle Approbation für den Druck in Rom ausstellte, mit der Klausel freilich, dafs jeder Bogen noch einer Durchsicht unterworfen werden sollte, ehe er der Presse übergeben würde; aufserdem wurde die Vorrede skizziert, die in ihrer fertigen Gestalt zwar als ein Werk Galileis zu gelten hat, die aber den Weisungen Riccardis in dem, was sie ausspricht und noch mehr in dem, was sie verschweigt, durchweg Rechnung trägt. Mitte Juni kehrte Galilei nach Florenz zurück, nachdem die Verabredung getroffen worden war, Galilei solle dort Widmung, Register u. s. w. fertig stellen und im Herbste sich nochmals in Rom einfinden.

Inzwischen aber hatten die Verhältnisse sich in der Weise geändert, dafs es Galilei wünschenswert erschien, sein Buch in Florenz statt in Rom drucken zu lassen. Angeblich und zum Teil auch wirklich war es die mittlerweile ausgebrochene, allen Verkehr zwischen Florenz und Rom erschwerende Pest, welche die Übersendung des Manuskripts oder gar eine abermalige Reise Galileis verhinderte. Noch mehr aber mag der Tod des allezeit für Galilei thätig gewesenen Fürsten Cesi, des Begründers der Accademia dei Lincei, sowie die in Rom beginnende Verfolgung der Astrologen, mit welchen die Astronomen vielfach in einen Topf geworfen wurden, zu jenem Entschlusse beigetragen haben. Dadurch aber entstanden fernere Weite-

rungen. Galilei fand zwar in Landini mit Leichtigkeit einen florentinischen Verleger, auch die Approbation der geistlichen und weltlichen Censur für Florenz scheint ohne Schwierigkeit erlangt worden zu sein; denn bereits am 11. September 1630 erteilte der Generalvicar des Erzbischofs von Florenz, Pietro Nicolino, und der Generalinquisitor von Florenz Clemente Egidio, am Tage darauf auch der grofsherzogliche Censor Niccolò Antella das Imprimatur.[1] Galilei und sein Verleger wären damit rechtlich befugt gewesen den Druck in Florenz vorzunehmen. Indessen schien es rücksichtsvoller und sicherer, von dem veränderten Vorhaben dem römischen Obercensor, der sich so eingehend mit der Sache beschäftigt hatte, Kenntnis zu geben; ein zwingender Grund zu diesem Verhalten lag aber durchaus nicht vor, und die Folge lehrte, dafs eine solche Rücksicht im Interesse Riccardis besser unterblieben wäre. Wenn Riccardi jetzt streng korrekt verfahren wollte, mufste er es ablehnen, sich mit der Censur eines in Florenz erscheinenden Buches zu befassen; es fehlte ihm dazu an jeder Kompetenz; dafs Galilei anfänglich das Werk in Rom wollte drucken lassen, konnte ihm doch unmöglich eine solche verleihen. Ging er also gleichwohl auf Unterhandlungen ein, so konnte dabei nur die Absicht ausschlaggebend sein, durch Abdruck seiner besonders wertvollen Anerkennung der Ungefährlichkeit des Buches diesem den Weg zu erleichtern. Es ist daher schwer begreiflich, wie man aus dem Abdruck dieser Approbation Galilei später einen Vorwurf machen konnte, wiewohl man ja zugeben mufs, dafs dieselbe rechtlich wertlos war.[2] Irrig ist es also, wenn man sagt, Galilei sei nicht befugt gewesen, das Imprimatur Riccardis dem Dialog beizufügen; vielmehr war Riccardi nicht befugt, den Druck in Florenz zu begutachten. Wenn er dies dennoch that, und wenn der römische Obercensor das Censurrecht selbst nicht kannte oder es nicht strenge handhabte, so brauchte Galilei gewifs nicht ihm an Korrektheit zu überbieten. Riccardi also lehnte die Einmischung in die Sache nicht ab, sondern stellte verschiedene Forderungen auf; namentlich handelte es sich um Einleitung und Schlufs, die nochmals zur Begutachtung nach Rom geschickt werden mufsten. Im übrigen wurde nach etlichem Hin- und Widerreden auf Verwendung Nicolinis, des grofsherzoglichen Gesandten in Rom, und seiner Gattin Caterina die erneute Durchsicht des Dialogs dem Dominikanerpater Giacinto Stefani übertragen. Gab dieser seine Zustimmung

1) Vgl. das Facsimile des Titelblattes der Originalausgabe.

2) Die rechtliche Ungültigkeit des römischen Imprimatur dokumentiert sich schon in dem Mangel des Datums.

und war der Padre Maestro mit Einleitung und Schlufs zufrieden, so trat damit, vom Standpunkte Galileis betrachtet, das schon früher erteilte Imprimatur des römischen Obercensors in Kraft. Denn an Stelle der oben erwähnten Klausel, von welcher die Gültigkeit des römischen Imprimatur abhängig gemacht worden war, trat nunmehr die Approbation Stefanis und die Billigung von Vorrede und Schlufs durch den Magister Sacri Palatii. Was konnten alle diese Förmlichkeiten, die an und für sich überflüssig waren, anderes bedeuten, als dafs durch ihre Erfüllung Galilei das Recht erhielt, auch die Druckerlaubnis Riccardis dem Dialoge beizufügen? Trostlos ist es freilich die Konfusion des armen Paters zu sehen, der in einer Zeile schreibt, er sei nicht kompetent die Druckerlaubnis zu erteilen und gleichwohl in der nächsten verspricht, ein Zeugnis darüber auszustellen, dafs er das Buch approbiere, wofern er nur Einleitung und Schlufs zugeschickt erhalte[1]); dabei hatte er diese Stücke auf seinen Wunsch mindestens seit einem Vierteljahre in Händen.[2]) Am 24. Mai 1631 endlich setzte sich Riccardi in Verbindung mit dem florentinischen Inquisitor Clemente Egidio, der in Wahrheit schon vor drei Vierteljahren das Imprimatur erteilt hatte. Er schreibt[3]): „Da der Verfasser dort [in Florenz] die Sache zu erledigen wünscht, so kann Euer Hochwürden von Ihrer Autorität Gebrauch machen und das Buch unabhängig von meiner Revision approbieren oder nicht approbieren; wobei ich jedoch in Erinnerung bringe, dafs es die Meinung unseres Herrn [des Papstes] ist, dafs als Titel und Gegenstand des Buches nicht Ebbe und Flut gelten soll, sondern unbedingt nur die mathematische Erörterung der kopernikanischen Lehre von der Erdbewegung; diese soll den Zweck haben zu beweisen, dafs abgesehen von der göttlichen Offenbarung und der Kirchenlehre die Erscheinungen von jenem Standpunkte aus sich erklären lassen, unter Widerlegung aller gegenteiligen Überzeugungen, welche die Erfahrung und die peripatetische Philosophie an die Hand geben: in der Art, dafs niemals jener Meinung die absolute Wahrheit, sondern nur die hypothetische, und zwar ohne Bezugnahme auf die heilige Schrift, zugestanden werden darf. Auch mufs darauf hingewiesen werden, dafs das Buch blofs geschrieben wird, um zu zeigen, dafs man alle Gründe kenne, die für diesen Standpunkt sich anführen lassen, und dafs man nicht aus mangelnder Kenntnis derselben diese Ansicht verurteilt habe, entsprechend dem Anfang

1) Vgl. den Brief Riccardis an den toskanischen Gesandten Niccolini vom 28. April 1631. Op. IX, 243.

2) Op. VI, 375 und IX, 209. 3) Gebler, Akten p. 57.

und Schlufs des Buches, welche ich später korrigiert übersenden werde. Unter diesen Vorsichtsmafsregeln wird dem Buche hier in Rom niemand etwas in den Weg legen."

Nachdem der Inquisitor Egidio am 31. Mai auf dieses Schreiben erwidert hatte, Galilei gehe mit voller Bereitwilligkeit auf alle Korrekturen ein[1]), schickte Riccardi endlich am 19. Juli die fertiggestellte Vorrede aus Rom. In dem Begleitschreiben gestattet er zwar, stilistische Änderungen daran vorzunehmen, nicht aber sachliche. „Am Schlusse", heifst es sodann, „mufs die Peroration des Werkes (*delle opere?*) dieser Vorrede entsprechen, indem Signore Galilei die ihm von unserem Herrn [dem Papste] mitgeteilten Gründe bezüglich der göttlichen Allmacht hinzufügt, die den Geist beruhigen sollen, wenngleich man den pythagoreischen Gründen sich nicht entwinden könnte."[2])

Die Entstehungsgeschichte dieser nun endlich eingetroffenen Vorrede läfst nichts Günstiges von ihr erwarten; sie bietet denn in der That ein überaus klägliches Schauspiel. Man sieht Galilei sich drehen und winden, um einerseits alles kirchlich Anstöfsige zu vermeiden und andererseits nicht geradezu zu lügen. Er nennt das gegen die kopernikanische Lehre gerichtete Dekret zwar nützlich und opportun, aber ob es sachlich gerechtfertigt sei, darüber mufs er vermeiden sich zu äufsern. Er nennt die Gegner des Edikts zwar leichtfertig, aber wiederum bekennt er sich sachlich weder für noch gegen sie. Das Edikt sei nicht ohne sein Vorwissen veröffentlicht worden; man sollte danach beinahe glauben, es sei auf seinen Rat geschehen. Er fügt hinzu, man habe seine eigenen Untersuchungen seiner Zeit sehr wohl gekannt, keineswegs also habe, wie behauptet worden sei, mangelhafte Kenntnis das Zustandekommen des Edikts verschuldet. Der Zweck des Buches sei, den fremden Nationen gerade das Falsche dieser Beschuldigung nachzuweisen. Selbstverständlich ist zwischen den Zeilen zu lesen: um so schlimmer, wenn man nach so überzeugenden Untersuchungen dennoch die Lehre des Kopernikus ächtete. Fast jeder Satz enthält in ähnlicher Weise einen unausgesprochenen Hintergedanken; die unleugbare Geschicklichkeit, mit der dieser Eiertanz ausgeführt wird, verdient zwar in gewisser Weise Bewunderung, aber das Unbehagen, einen Geist wie den Galileis zu so unwürdigen Sprüngen genötigt zu sehen, verläfst den Leser nicht.

Die Vorrede traf in Florenz ein, nachdem der Druck des Textes bereits begonnen hatte – am 20. März 1631 waren schon 6 Bogen fertig gestellt — sie mufste daher später auf einem besonderen Bogen

1) Gebler, Akten p. 58. 2) Gebler, Akten p. 62.

hinzugefügt werden: unglücklicherweise wurden überdies andere Typen gewählt als die für den Text verwendeten. Auch daraus schmiedete man nachher Waffen gegen den Verfasser. Was die „Peroration“ betrifft, die das mehrfach erwähnte Argument des Papstes bringt, so mufste Galilei glauben, den Wunsch des Papstes mit der von ihm gewählten Wendung erfüllt zu haben. Die mafslose Eitelkeit Urbans versprach sich zwar aller Wahrscheinlichkeit nach eine ausführlichere Behandlung, in Wahrheit aber läfst die Ehrerbietung, womit am Schlusse des Dialogs allseitig die dem Simplicio in den Mund gelegte Betrachtung aufgenommen wird, nichts zu wünschen übrig. — Das Titelkupfer, welches Aristoteles, Ptolemäus und Kopernikus im Gespräche mit einander darstellt, und das Titelblatt beanspruchen gleichfalls ein gewisses Interesse. Die zweimal verwendete Vignette von drei wechselseitig sich beifsenden Delphinen wurde nämlich später für anstöfsig befunden, weil ihr irgend eine geheimnisvolle oder boshafte Anspielung zu Grunde liegen sollte — welche, wird nicht gesagt.[1]) Als sich dann freilich herausstellte, dafs dieselbe Vignette auch bei anderen Werken des Landinischen Verlags Verwendung gefunden hatte, mufste man dieses Bedenken fallen lassen. — Der italienische Titel ist aus dem unserer Ausgabe beigefügten Facsimile des Titelblattes ersichtlich; in wörtlicher deutscher Übersetzung lautet er: *Gespräch von Galileo Galilei, Mitgliede der Akademie dei Lincei, aufserordentlichem Mathematiker der Universität Pisa, erstem Philosophen und Mathematiker des Durchlauchtigsten Grofsherzogs von Toskana. Darin wird in Sitzungen an vier Tagen über die beiden hauptsächlichsten Weltsysteme, das ptolemäische und das kopernikanische, gehandelt; mit unparteiischer Vorführung der philosophischen und der natürlichen Gründe sowohl für den einen als für den anderen Standpunkt.* — Das Format der Originalausgabe ist Oktav, nicht, wie meist angegeben wird, Quart. Der eigentliche Text des Dialogs ist auf 458 Seiten enthalten; davor befinden sich unpaginiert Titelkupfer und Titelblatt, die Widmung an den Grofsherzog und die Vorrede; dahinter zwei Seiten Druckfehlerverzeichnis, sowie die (nicht vollständige) alphabetische Zusammenstellung der im Buche vorkommenden Randinhaltsangaben (Postillen).

Im Februar 1632 war der Druck beendigt, am 22. überreichte Galilei dem Grofsherzog Ferdinand II. das erste Exemplar des ihm gewidmeten Buches, Tags darauf sandte er an Cesare Marsili in Bologna 32 Exemplare. Die Erwartungen, mit denen man dem Dialog entgegensah, waren allseitig aufs höchste gespannt, und sie wurden nicht

1) Vgl. das beigegebene Facsimile.

enttäuscht. Mit den überschwänglichsten Ausdrücken des Entzückens begrüfsten die Freunde Galileis das Erscheinen des Werks. Castelli hatte schon vor Fertigstellung desselben geschrieben, er werde von nun ab nur noch zwei Bücher lesen, das Brevier und den Dialog, und in ähnlichem Stile ergeht er sich, nachdem er es gelesen. Fulgenzio Micanzio in Venedig, Campanella und der 24-jährige Torricelli in Rom, Baliani in Genua, Alfonso Antonini in Verona, Gassendi in Lyon sind des Lobes voll; und so lebhaft die Freunde des Fortschritts den Dialog willkommen hiefsen, ebenso niederschmetternd wirkte er auf die Feinde, vor allem auf die Jesuiten. Von der Möglichkeit, dafs eine von dem Magister Sacri Palatii und von der florentinischen Censur gebilligte Schrift ernstlich beanstandet oder gar der Verfasser zur Verantwortung gezogen werden könne, sprach niemand.

Aber das Unerwartete geschah. Im August 1632 ging auf päpstliche Anordnung dem Verleger die Weisung zu, den Verkauf des Dialogs zu sistieren.[1]) Eine eigens zu diesem Zwecke berufene Kongregation gab ihre Meinung dahin ab, dafs die Inquisition gegen Galilei wegen Veröffentlichung seines Buches einzuschreiten habe. Am 23. September beschlofs demgemäfs das h. Officium, Galilei für den Oktober nach Rom vor seinen Richterstuhl zu citieren; die Vorladung wurde Galilei am 2. Oktober vom Inquisitor in Florenz bekannt gegeben, er mufste sie vor Notar und Zeugen eigenhändig unterschreiben. Wie das gekommen war, läfst sich unschwer erraten. Die Jesuiten hatten meisterhaft operiert; sie hatten den Papst so geschickt bei seiner schwächsten Seite, der Eitelkeit, zu fassen gewufst, indem sie das Buch als eine gegen ihn gerichtete Verhöhnung darstellten, dafs Urban von nun ab ein harter grausamer Gegner des von ihm früher so hoch bewunderten und so schwungvoll besungenen Galilei wurde. Dafs nur die Machinationen der Jesuiten, in erster Linie jedenfalls Scheiners und Grassis, die nun anhebende Verfolgung ins Leben gerufen hatten, geht unter anderem aus den eigenen Geständnissen ihrer Ordensbrüder hervor.[2])

Auf die Einzelheiten des Processes, eines der denkwürdigsten der Geschichte, an dieser Stelle einzugehen ist unmöglich; es knüpft sich daran eine reiche Litteratur, aus welcher wir die nachstehenden, sehr verschiedene Standpunkte vertretenden Schriften hervorheben: Wohlwill, Der Inquisitionsprocess des Galileo Galilei (Berlin 1870); v. Gebler, Galileo Galilei und die römische Curie (Stuttgart 1876); Wohlwill, Ist Galileo Galilei gefoltert worden? (Leipzig 1877);

1) Op. VII, 8. 2) Op. VII, 47.

Reusch, Der Process Galileis und die Jesuiten (Bonn 1879); Grisar, Galileistudien. Historisch-theologische Untersuchungen über die Urteile der römischen Kongregationen im Galileiprocess (Regensburg 1882).

Anscheinend konnte gegen den Verfasser des Dialogs noch am ersten einfach auf Grund des Indexdekrets vorgegangen werden, da unzweifelhaft Galilei die hypothetische Zulässigkeit der kopernikanischen Lehre in einem wesentlich anderen Sinne aufgefafst hatte, als es bestenfalls statthaft war. Dies Verfahren war jedoch darum nicht wohl angängig, weil wegen eines etwaigen Verstofses gegen das Dekret der Dialog zwar verboten werden konnte, im übrigen aber der Censor die Hauptverantwortung trug. Um also Galilei selbst zu fassen und Riccardi möglichst zu schonen, mufste eine andere Grundlage für den Process geschaffen werden. Man suchte daher in erster Linie als gravierendes Moment den Beweis zu erbringen, dafs Galilei das Imprimatur auf unredlichem Wege erlangt habe, insofern er von dem speciellen, nur auf ihn bezüglichen Verbote vom 25. Febr. 1616 dem Censor keine Kenntnis gegeben habe. Wie oben angegeben liegen gewichtige, wenngleich nicht absolut beweisende Gründe dafür vor, dafs Galilei keinerlei Sondervorschriften gemacht wurden, dafs also das entscheidende Aktenstück, welches das Gegenteil beurkundet, sachlich Falsches enthält, wo nicht gefälscht ist. Die wenigst mifslungenen Versuche, das Aktenstück zu rehabilitieren, laufen im wesentlichen darauf hinaus, dafs einerseits der Vorgang im Jahre 1616 etwas formlos war und die Beteiligten infolge dessen selbst nicht ganz klar über seine Bedeutung waren, und dafs andererseits die Deutung des Aktenstücks als eines Sonderverbots fälschlich erst von Riccardi 1632 aufgebracht worden sei.

In der vorberatenden Kongregation wurden offenbar auf Riccardis Initiative nachstehende Belastungsmomente gegen den Dialog hervorgehoben:[1])

1) Die ordnungswidrige Beifügung des Imprimatur für Rom. 2) Die Loslösung der Vorrede vom Texte durch Druck mit anderen Typen, sowie die geringschätzige Behandlung des [vom Papste herrührenden] Schlufsargumentes gegen die kopernikanische Lehre. 3) Das häufige Verlassen des hypothetischen Standpunktes bei Behandlung der kopernikanischen Lehre. 4) Die Fiktion, als sei eine [kirchliche] Entscheidung gegen diese Lehre noch nicht ergangen, sondern erst zu erwarten. 5) Die scharfe Polemik gegen antikopernikanische, von der Kirche hochgeschätzte Schriftsteller. 6) Die Behauptung, zwischen göttlicher

1) Gebler, Akten p. 56.

und menschlicher Auffassung mathematischer Wahrheiten bestehe eine gewisse Ähnlichkeit.[1]) 7) Das Argument, dafs zwar Ptolemäer Kopernikaner würden, aber nicht umgekehrt.[2]) 8) Die Zurückführung von Ebbe und Flut auf die Erdbewegung. 9) Die Überschreitung des Verbots vom 25. Februar 1616. Die 8 ersten Punkte könnten, wie es in dem Aktenstück heifst, verbessert werden, wenn man sich von dem Buche irgendwelchen Nutzen verspräche; es blieb also in Wahrheit nur der letzte Anklagepunkt übrig. In der Folge freilich verschob sich der Standpunkt der Inquisition, und die Verfolgung wegen ketzerischer Gesinnung trat zu der wegen Ungehorsams hinzu. Die Gestellung Galileis in Rom war zwar für den Oktober 1632 befohlen worden, aber Gesundheitsrücksichten ermöglichten dem 69-jährigen Greise die Abreise von Florenz erst am 20. Januar 1633. Dafs der Grofsherzog seinen Unterthan und Schützling auszuliefern sich weigern werde, wie es vielleicht die venetianische Republik gethan haben würde, daran war nicht zu denken. Nach Galileis Ankunft in Rom verstrichen zwei Monate, während deren er aus besonderer Vergünstigung im Palaste des toskanischen Gesandten Niccolini wohnen durfte, ohne dafs er irgendwie amtliche Kenntnis von dem Fortgange des gegen ihn eingeleiteten Verfahrens erhalten hätte. Da er nicht unfreundlich behandelt wurde, sah er dem Ausgang zuversichtlich entgegen, und diese Hoffnung auf eine glückliche Wendung verliefs ihn bis zuletzt nicht. Am 12. April 1633 fand das erste Verhör statt, es bezog sich hauptsächlich auf das Verbot des Jahres 1616. Die Aussagen Galileis, zu deren Bekräftigung er das Zeugnis Bellarmins zunächst abschriftlich vorlegte, gipfeln darin, dafs er von einem speciellen Verbote nichts weifs. Die ferneren Verhöre fanden am 30. April, am 10. Mai, das letzte vielbesprochene am 21. Juni 1633 statt. Während der Zeit zwischen dem ersten und dem zweiten Verhör wurde Galilei in einem Zimmer des Inquisitionsgebäudes in Haft gehalten. Soweit es sich um Thatsächliches handelte, sind Galileis Angaben durchweg als völlig aufrichtig wenigstens der Absicht nach zu betrachten, während er kein Bedenken trägt, seine inneren Überzeugungen zu verleugnen. Man hat sich die Frage vorzulegen, was denn geschehen wäre, wenn Galilei seine wahren Gesinnungen zum Ausdruck gebracht und standhaft an ihnen festgehalten, also trotz aller Einwirkungen sich geweigert hätte, die kopernikanische Lehre abzuschwören. Ein Zweifel ist kaum möglich, er würde entweder das Schicksal Giordano Brunos geteilt haben, der am 17. Februar 1600 den Feuertod erlitt, oder bestenfalls sein

1) Dial. p. 108f. 2) Dial. p. 134f.

Leben lang im Kerker der Inquisition haben schmachten müssen.[1]) Wollte der 70-jährige Greis, der die Freuden und die Schönheit der Welt in so vollen Zügen zu genieſsen und mit so glühenden Farben zu schildern wuſste, dies Martyrium nicht auf sich nehmen, wollte er die Wissenschaft nicht des Besten verlustig gehen lassen, was er ihr geben konnte — die *Discorsi* waren noch ungeschrieben — so muſste er abschwören, und wenn er den falschen Schwur zu leisten sich bequemte, so dünkte es ihm nicht in höherem Maſse unsittlich, wohl aber voraussichtlich klüger, schon in den Verhören seine Überzeugung zu verleugnen. Ob er dabei so weit gehen muſste zu behaupten, der Dialog sei geschrieben worden, um die Gründe für die kopernikanische Lehre als nicht stichhaltig nachzuweisen, ob es gerechtfertigt war, als Motiv für die „scheinbare" Bevorzugung jener Lehre im Dialog die Eitelkeit eines Autors auf seine ungewöhnlich scharfsinnigen Einfälle anzugeben, ob er sich bereit zu erklären brauchte, in einer späteren Schrift eingehender und deutlicher die Unhaltbarkeit jener Gründe aufzudecken, läſst sich freilich mit gutem Grunde bezweifeln. Aber darf man sich wundern, daſs das verderblichste aller Gifte, die Unfreiheit des Denkens, auch gut und groſs angelegte Naturen in den Staub wirft?

Die Befragung Galileis über seine Gesinnung (*super intentione*) fand im vierten und letzten Verhöre vom 21. Juni 1633 statt. Er blieb bei seiner Aussage: „Ich halte an jener kopernikanischen Ansicht nicht fest und habe nicht an ihr festgehalten, seitdem mir der Befehl mitgeteilt worden ist, sie aufzugeben; im übrigen bin ich in Ihren Händen, thun Sie, wie Ihnen beliebt."[2]) Das Aktenstück fährt fort: „Und als man ihm gesagt hatte, daſs er die Wahrheit sagen möge, sonst werde er der Folter unterworfen werden, antwortete er: „„Ich bin hier, um Gehorsam zu üben, ich habe an jener Meinung, wie gesagt, nicht festgehalten."" Und da nichts weiter aus ihm herauszubringen war, wurde er in Ausführung des Dekrets [der Inquisition vom 16. Juni] nach Bewirkung seiner Unterschrift an seinen Ort zurückgeschickt." Unter dem Aktenstücke steht der mit zitternder Hand geschriebene Namenszug Galileis. Wenn der Schluſs des Aktenstücks echt ist, so hat also Galilei keine physische Folter erdulden müssen, sondern nur die sogenannte leichte Schreckung (*territio levis* oder *verbalis*). Im Widerspruch damit steht allerdings, daſs in dem nachstehend auszugsweise mitgeteilten Urteile gesagt wird, es habe ein peinliches

1) Reusch citiert J. Clarus L. V. § Haeresis p. 368: Si haereticus nolit ad fidem ecclesiae redire, tunc de consuetudine igne comburitur.

2) Gebler, Akten p. 114.

Verhör (*rigoroso esame*) stattgefunden. Dem herrschenden Sprachgebrauche gemäfs scheint ein solches die wirkliche Folterung oder doch die „schwere Schreckung" (*territio gravis* oder *realis*) in sich schliefsen zu müssen. Letztere bestand darin, dafs dem Verhörten nach Abführung in die Folterkammer die Anwendung der Folterinstrumente erläutert wurde; unter Umständen wurden dabei auch die Vorbereitungen zur wirklichen Folterung getroffen, der Angeklagte mufste sich entkleiden, er wurde gebunden u. s. w. Ob Galilei, wie nach dem Texte des Urteils im Grunde anzunehmen ist, dieser *territio realis* unterworfen wurde, steht trotz des Wortlauts in der Urteilsformel dahin; denn es ist nicht ausgeschlossen, dafs auch das Schlufsverhör selbst, von welchem bei nichtgeständigen Angeklagten allerdings die Folterung in der Regel ein Teil ist, *rigoroso esame* genannt werden kann. Zur wirklichen Ausführung der Folterung kam es schwerlich.

Den 22. Juni hatte Galilei im Dominikanerkloster Santa Maria sopra Minerva in Gegenwart der Kardinäle und Prälaten des heiligen Officiums der Verlesung des in italienischer Sprache abgefafsten Urteils beizuwohnen. Die Urteilsformel beginnt mit Nennung der zehn Kardinäle, die als Richter fungiert hatten, von denen aber nur sieben das Urteil unterschrieben.[1] Darauf folgt eine Rekapitulation des früheren Inquisitionsprocesses, in der das Sonderverbot des Jahres 1616 als thatsächlich ergangen betrachtet wird. Dann heifst es weiter[2]: „Da nun unlängst hier ein Buch erschien, welches im vorigen Jahre in Florenz gedruckt ist und dessen Aufschrift zeigte, dafs du der Verfasser desselben seiest, da der Titel lautet: *Dialogo di Galileo Galilei delli due massimi sistemi del mondo, Tolomaico e Copernicano*, und da der h. Kongregation mitgeteilt wurde, dafs infolge der Veröffentlichung besagten Buches die falsche Meinung von der Bewegung der Erde und dem Stillestehen der Sonne alle Tage mehr Fufs fasse: so wurde besagtes Buch sorgfältig geprüft und in demselben eine offenbare Übertretung des oben erwähnten, dir erteilten Befehles gefunden, indem du in diesem Buche die früher verdammte und dir ausdrücklich als verdammt bezeichnete Lehre verteidigt hast, wiewohl du in besagtem Buche durch verschiedene Wendungen die Meinung zu erwecken dich bemühest, du stelltest sie als unentschieden und ausdrücklich nur als probabel hin, was aber auch ein sehr schwerer Irrtum ist, da eine

1) Darauf hat zuerst M. Cantor aufmerksam gemacht. Zeitschrift f. Math. u. Phys. 9. Jahrg. 3. Heft. p. 191.

2) Die Übersetzung nach Reusch, der Procefs Galileis und die Jesuiten. Bonn 1879. p. 325 ff.

Meinung, von welcher erklärt und definiert worden ist, sie widerspreche der h. Schrift, in keiner Weise probabel sein kann.

„Demgemäfs wurdest du auf unseren Befehl vor dieses h. Officium beschieden, wo du bei deiner eidlichen Vernehmung das Buch als von dir verfafst und in Druck gegeben anerkanntest. Du gestandest ein, dafs du vor etwa zehn oder zwölf Jahren, nachdem dir der oben erwähnte Befehl bereits erteilt worden war, besagtes Buch zu schreiben angefangen und dafs du die Erlaubnis zum Drucke desselben nachgesucht habest, ohne denjenigen, welche dir diese Erlaubnis gaben, mitzuteilen, dafs dir der Befehl erteilt worden, die fragliche Lehre nicht für wahr zu halten, zu verteidigen, noch in irgend einer Weise zu lehren.

„Du hast ferner eingestanden, besagtes Buch sei an mehreren Stellen so gehalten, dafs der Leser sich die Meinung bilden könne, die für die falsche Meinung vorgebrachten Gründe seien so vorgetragen, dafs sie eher durch ihre Beweiskraft geeignet zu überzeugen als leicht zu widerlegen seien, — indem du zu deiner Entschuldigung angabest, du seiest in einen, wie du sagtest, deiner Absicht so fern liegenden Irrtum verfallen infolge der Abfassung des Buches in dialogischer Form und infolge des natürlichen Gefallens, welches jeder an seiner eigenen Spitzfindigkeit und daran findet, sich scharfsinniger als die meisten Menschen zu erweisen, dadurch dafs er auch für die falschen Sätze ingeniöse und blendende Wahrscheinlichkeitsgründe zu finden wisse.

„Und nachdem dir eine angemessene Frist für deine Verteidigung gesetzt worden war, hast du ein von der Hand Seiner Eminenz des Herrn Kardinals Bellarmin geschriebenes Zeugnis produciert, welches du, wie du sagtest, dir verschafft hattest, um dich gegen die Verleumdungen deiner Feinde zu verteidigen, welche von dir sagten, du hättest abgeschworen und seiest von dem h. Officium zu einer Bufse verurteilt worden. In diesem Zeugnisse wird gesagt, du hättest nicht abgeschworen und seiest auch nicht zu einer Bufse verurteilt, sondern es sei dir nur die von unserem Herrn abgegebene und von der h. Kongregation des Index publicierte Erklärung mitgeteilt worden, des Inhalts, dafs die Lehre von der Bewegung der Erde und dem Stillestehen der Sonne der h. Schrift widerspreche und darum nicht verteidigt und nicht für wahr gehalten werden dürfe. Da nun in diesem Zeugnisse die beiden Ausdrücke des Befehles, *docere* und *quovis modo*, nicht erwähnt werden, so müsse man glauben, sagtest du, dafs du im Verlaufe von 14 oder 16 Jahren diese ganz aus dem Gedächtnisse verloren, und dafs du aus diesem Grunde über den Befehl geschwiegen hättest, als du die Erlaubnis zum Drucke des Buches nachsuchtest.

Alles dieses sagtest du nicht, um deinen Irrtum zu entschuldigen, sondern damit er nicht bösem Willen, sondern eitelem Ehrgeiz zugeschrieben werde. Besagtes, von dir zu deiner Verteidigung vorgebrachtes Zeugnis aber ist nur geeignet, dich noch mehr zu gravieren, indem du, obschon in demselben besagte Meinung als der h. Schrift widersprechend bezeichnet wird, nichts destoweniger gewagt hast, sie zu erörtern, zu verteidigen und als probabel darzustellen. Auch dient dir nicht zur Rechtfertigung die Erlaubnis, welche du auf geschickte und schlaue Weise erschlichen hast, indem du von dem dir erteilten Befehle nichts sagtest.

„Da es nun schien, dafs du bezüglich deiner Intention nicht ganz die Wahrheit gesagt, erachteten wir es für nötig, das peinliche Verhör mit dir anzustellen. Bei diesem hast du, — jedoch ohne irgend welches Präjudiz für das, was bezüglich deiner Intention von dir eingestanden oder gegen dich, wie oben erwähnt, erwiesen worden, — katholisch geantwortet. Deshalb sind wir, nachdem wir diese deine Sache nach allen Seiten samt deinen oben besagten Geständnissen und Entschuldigungen und allem, was von Rechtswegen einzusehen und zu erwägen war, eingesehen und reiflich erwogen haben, zu dem unten stehenden definitiven Urteile gegen dich gelangt.

„Nach Anrufung also des allerheiligsten Namens unseres Herrn Jesu Christi und seiner glorreichen allzeit jungfräulichen Mutter Maria sprechen wir, als Gerichtshof sitzend, nach dem Rate und Gutachten der Hochwürdigen Magister der h. Theologie und der Doktoren beider Rechte, die unsere Konsultoren sind, in dieser Schrift unser definitives Urteil in der Streitsache und den Streitsachen, die uns vorliegen, zwischen Seiner Magnificenz Carlo Sincero, beider Rechte Doktor, Fiskal-Prokurator dieses h. Officiums einerseits, und dir, Galileo Galilei, als hier gegenwärtigem und, wie oben gesagt, processiertem und geständigem Angeklagten andererseits, indem wir sagen, aussprechen, urteilen, erklären: dafs du, oben besagter Galileo, durch die, wie oben erwähnt, im Processe erwiesenen und von dir eingestandenen Dinge dich diesem h. Officium der Ketzerei stark verdächtig gemacht hast, nämlich (verdächtig), dafs du die falsche und den heiligen und göttlichen Schriften widersprechende Lehre, die Sonne sei der Mittelpunkt der Welt[1]) und bewege sich nicht von Osten nach Westen, und die Erde bewege sich und sei nicht der Mittelpunkt der Welt, geglaubt und für wahr gehalten, und (dafs du geglaubt und für wahr gehalten), es dürfe eine Meinung, auch nachdem sie als der h. Schrift wider-

1) Im Original steht „der Erde".

sprechend erklärt und definiert worden, als wahrscheinlich festgehalten und verteidigt werden; — und dafs du infolgedessen in alle Censuren und Strafen verfallen bist, welche durch die h. Canones und andere allgemeine und besondere Konstitutionen gegen solche, die sich in ähnlicher Weise verfehlt haben, festgesetzt und promulgiert worden sind. Wir genehmigen, dafs du von diesen (Censuren und Strafen) freigesprochen werdest, vorausgesetzt, dafs du zuvor mit aufrichtigem Herzen und ungeheucheltem Glauben die oben besagten Irrtümer und Ketzereien, und alle anderen der katholischen und apostolischen Römischen Kirche zuwiderlaufenden Irrtümer und Ketzereien in der Weise, die dir von uns wird angegeben werden, vor uns abschwörest, verfluchest und verwünschest.

„Und damit dieser dein schwerer und verderblicher Irrtum und Fehltritt nicht ganz ungestraft bleibe und du in Zukunft vorsichtiger seiest, und zum Beispiel für die Anderen, dafs sie sich vor ähnlichen Vergehen hüten, verordnen wir, dafs das Buch Dialoghi di Galileo Galilei durch einen öffentlichen Erlafs verboten werde. Dich verurteilen wir zu förmlicher Kerkerhaft in diesem h. Officium für eine nach unserem Ermessen zu bestimmende Zeit, und legen dir als heilsame Bufse auf, drei Jahre lang wöchentlich einmal die sieben Bufspsalmen zu beten, indem wir uns das Recht vorbehalten, besagte Strafen und Bufsen zu ermäfsigen, umzuwandeln oder ganz oder teilweise zu erlassen.

„Und so sprechen, verkündigen, verordnen, befehlen, verurteilen und behalten wir uns vor, in dieser und in jeder anderen besseren Weise und Form, wie wir von Rechtswegen können und müssen.“ [Folgen die Unterschriften.]

Darauf verlas Galilei knieend die folgende Abschwörungsformel[1]):

„Ich, Galileo Galilei, Sohn des verstorbenen Vincenzo Galilei aus Florenz, siebenzig Jahre alt, persönlich vor Gericht gestellt und knieend vor Eueren Eminenzen, den Hochwürdigsten Herren Kardinälen General-Inquisitoren gegen die ketzerische Bosheit in der ganzen christlichen Welt, vor meinen Augen habend die hochheiligen Evangelien, die ich mit meinen Händen berühre, schwöre, dafs ich immer geglaubt habe, jetzt glaube und mit Gottes Hülfe in Zukunft glauben werde alles, was die h. katholische und apostolische Römische Kirche für wahr hält, predigt und lehrt. Da ich aber, — nachdem mir von diesem h. Officium der gerichtliche Befehl verkündet worden, ich müsse die falsche Meinung, dafs die Sonne der Mittelpunkt der Welt und unbe-

1) Die Übersetzung im wesentlichen nach Reusch, a. a. O. p. 329 ff.

weglich und die Erde nicht der Mittelpunkt sei und sich bewege, ganz aufgeben und dürfe diese falsche Lehre nicht für wahr halten, verteidigen, noch in irgend welcher Weise lehren, weder mündlich noch schriftlich, und nachdem mir eröffnet worden, dafs diese Lehre der h. Schrift widerspreche, — ein Buch geschrieben und in Druck gegeben, in welchem ich die nämliche bereits verdammte Lehre erörtere und mit vieler Bestimmtheit Gründe für dieselbe anführe, ohne eine Widerlegung derselben beizufügen, — und da ich mich dadurch diesem h. Officium der Ketzerei stark verdächtig gemacht habe, nämlich (verdächtig) für wahr gehalten und geglaubt zu haben, dafs die Sonne der Mittelpunkt der Welt und unbeweglich und die Erde nicht der Mittelpunkt sei und sich bewege: — darum, da ich wünsche, Euren Eminenzen und jedem Christgläubigen diesen gegen mich mit Recht gefafsten starken Verdacht zu benehmen, schwöre ich ab, verfluche und verwünsche ich mit aufrichtigem Herzen und ungeheucheltem Glauben besagte Irrtümer und Ketzereien und überhaupt allen und jeden anderen der besagten h. Kirche widersprechenden Irrtum und Sektiererglauben. Und ich schwöre, dafs ich in Zukunft niemals mehr etwas sagen oder mündlich oder schriftlich behaupten will, woraus man einen ähnlichen Verdacht gegen mich schöpfen könnte, und dafs ich, wenn ich irgend einen Ketzer oder der Ketzerei Verdächtigen kennen lerne, denselben diesem h. Officium oder dem Inquisitor und Ordinarius des Ortes, wo ich mich befinde, denuncieren will. Ich schwöre auch und verspreche, alle Bufsen pünktlich zu erfüllen und zu beobachten, welche mir von diesem h. Officium sind aufgelegt worden oder werden aufgelegt werden. Und sollte ich, was Gott verhüten wolle, irgend einer meiner besagten Versprechungen, Beteuerungen oder Schwüre zuwiderhandeln, so unterwerfe ich mich allen Strafen und Züchtigungen, welche durch die h. Canones und andere allgemeine und besondere Konstitutionen gegen solche, die sich in solcher Weise vergehen, festgesetzt und promulgiert worden sind. So wahr mir Gott helfe und diese seine h. Evangelien, die ich mit meinen Händen berühre.

„Ich, besagter Galileo Galilei, habe abgeschworen, geschworen und versprochen und mich verpflichtet, wie vorstehend, und zur Beglaubigung habe ich diese Urkunde meiner Abschwörung, die ich Wort für Wort verlesen, eigenhändig unterschrieben.

„Rom im Kloster der Minerva am 22. Juni 1633.

„Ich, Galileo Galilei, habe abgeschworen wie vorstehend, mit eigener Hand.“

Mit diesem erzwungenen Meineide, den Galilei selbstverständlich nicht, wie die Sage erzählt, durch ein „Und sie bewegt sich doch“

zurücknahm, erreichte die Scene ein Ende, eine der barbarischsten, welche in der Weltgeschichte aufgeführt wurden. Galilei wurde darauf wieder im Inquisitionsgebäude inhaftiert, wo er sich seit dem Tage des Schlufsverhörs aufgehalten hatte. Er verblieb dort bis zum 24. Juni und wurde dann zunächst wieder in den toskanischen Gesandtschaftspalast gebracht. Bald darauf entliefs man ihn nach Siena, wo er bei dem Erzbischofe Ascanio Piccolomini, einem seiner früheren Schüler, bis zum Dezember 1633 verblieb, um dann auf eine Villa bei Florenz stets unter Aufsicht der Inquisition überzusiedeln. Diese lag nahe bei dem Kloster S. Matteo in Arcetri, wo Galileis beide Töchter als Nonnen lebten.[1])

Inzwischen wurde allenthalben inner- und aufserhalb Italiens das gegen Galilei ergangene Urteil publiciert: der Dialog wurde auf den Index gesetzt. Als man endlich im Jahre 1757 die Bücher, welche die kopernikanische Theorie lehrten, freigab, hielt man gleichwohl das Verbot des Dialogs aufrecht. Die Index-Ausgabe vom Jahre 1819 enthielt es noch, erst am 25. September 1822 wurde es aufgehoben; die erste Ausgabe des Index, welche den Dialog nicht mehr erwähnt, ist die vom Jahre 1835. Die natürliche Folge des Verbots war, dafs man sich heimlich vielfach bemühte, Exemplare aufzutreiben; 4—6 Scudi wurden für das Buch bezahlt, für damalige Zeit ein sehr hoher Preis. Die Inquisition ging noch weiter, sie untersagte Galilei auch, irgendwelche früheren Schriften neu auflegen zu lassen oder eine neue zu veröffentlichen. Glücklicherweise fand Galilei Mittel, diese Anordnung zu umgehen.

Was den Dialog betrifft, so beschäftigte sich Galilei auch nach der Veröffentlichung desselben und nach seiner Verurteilung mit den darin behandelten Gegenständen. Wie er es bei fremden Schriften zu thun pflegte, so schrieb er auch zu seinem eigenen Werke Randbemerkungen. Die Seminarbibliothek zu Padua besitzt noch heute ein Exemplar der editio princeps mit handschriftlichen Bemerkungen Galileis; diese sind teilweise in die späteren Ausgaben, freilich oft an unpassende Stelle, aufgenommen worden, zuerst in die von Toaldo besorgte paduanische Ausgabe vom Jahre 1744. Vollständig herausgegeben wurden diese Zusätze von Favaro[2]), die wichtigsten sind auch in unserer Ausgabe übersetzt. Einige derselben scheinen gegen den Tractatus

1) Galilei hatte drei uneheliche Kinder, einen Sohn Vincenzo und zwei Töchter.

2) Antonio Favaro, Le Aggiunte Autografe di Galileo al Dialogo sopra i due Massimi Sistemi nell' Exemplare posseduto dalla Biblioteca del Seminario di Padova. Modena 1880.

syllepticus (Rom 1633) des Jesuiten Melchior Inchofer gerichtet zu sein, eines wütenden Gegners Galileis, der als Begutachter des Dialogs bei dem Processe mitgewirkt hatte und der in der genannten Schrift behauptete, die kopernikanische Lehre sei eine ärgere Ketzerei als die Leugnung der Unsterblichkeit der Seele und der Schöpfung.[1])

Der Dialog rief eine grofse Zahl von Gegenschriften hervor. Zunächst erhob der schriftgewandte Chiaramonti, der es seit 1628 zum Professor in Pisa gebracht hatte, Protest gegen die ihm widerfahrene niederschmetternde Kritik. Seine Schrift führt den Titel: *Difesa di Scipione Chiaramonti da Cesena al suo Antiticone e Libro delle tre nuove Stelle dall' Oppositioni dell' Autore de' Due massimi Sistemi Tolemaico, e Copernicano. In Firenze appresso il Landini 1633.* Die Antwort ist betreffs der meisten Punkte ungemein schwach, in manchen Fällen geradezu komisch. Indessen ist auch einiges Richtige darin; namentlich hebt Ch. hervor, dafs sein erstes Argument gegen die kopernikanische Lehre in dem *liber de tribus novis stellis* von Galilei nicht beantwortet worden sei. Es war dies der Einwurf, dafs Kopernikus nicht, wie er es in Aussicht stelle, alle Bewegungen der Himmelskörper aus gleichförmigen Kreisbewegungen zusammensetze. Dieser Einwurf gehörte freilich zu jenen, die „das Haus niederreifsen, weil der Ofen raucht", und mit diesen beschäftigte sich Galilei im Dialoge überhaupt nicht.

Scheiner liefs zwar gleich nach dem Erscheinen des galileischen Buches, in welchem er so heftig angegriffen wurde, eine Gegenschrift ankündigen. Dieselbe erschien aber erst nach seinem Tode; sie führt den Titel *Christophori Scheineri Prodromus pro Sole mobili et Terra stabili contra Galilaeum a Galilaeis* (Pragae 1651). Er scheint es vorgezogen zu haben, den Angriffen Galileis mit fühlbareren Waffen als der Feder entgegen zu treten. — Weitere Gegenschriften wurden von Antonio Rocco, Giovanni Barenghi, dem obengenannten Melchior Inchofer und anderen verfafst; bis in unser Jahrhundert hinein reichen die letzten Spuren des Kampfes gegen die kopernikanische Lehre.

Galileis letzte Lebensjahre waren von Bitterkeit und Leiden vergiftet. Man behandelte ihn auch nach seiner Verurteilung hart: sein Gesuch, wegen körperlicher Leiden von Arcetri nach Florenz ziehen zu dürfen, wurde abgelehnt; der Inquisitor von Florenz mufste Galilei bedeuten, er solle sich solcher Gesuche in Zukunft enthalten, sonst werde man ihn in den Kerker der Inquisition zurückbringen müssen. Dieser Bescheid ging ihm in dem Augenblicke zu, wo er von seiner

1) Op. VII, 49.

mit dem Tode kämpfenden Tochter zurückkehrte, die denn auch kurz darauf verstarb. Seine sehr ausgebreitete Korrespondenz wurde überwacht, und was uns davon erhalten ist, ist unsäglich rührend. Schon längst war sein Augenlicht geschwächt, im Dezember 1637 erblindete er gänzlich. Da endlich im März 1638 wurde ihm gestattet, sein Haus in Florenz wieder zu beziehen; unter Androhung jedoch von schweren Strafen, wenn er in die Stadt ginge oder mit irgend jemand über die kopernikanische Lehre spräche. Meist zog indessen Galilei selbst den Aufenthalt in Arcetri vor. — Aber trotz aller niederschmetternden Erlebnisse gab er sich nicht müfsigen Klagen hin; er führte vielmehr, wie gesagt, einen lebhaften wissenschaftlichen Briefwechsel und vollendete in unverwüstlicher Geistesfrische sein herrlichstes Werk, die *Discorsi delle nuove scienze*, durch welche er der Begründer der theoretischen Physik geworden ist; diese Geistesschöpfung ohne gleichen mufste sich auf Schleichwegen in die Litteratur stehlen. Nach mancherlei Schwierigkeiten nämlich wurden die *Discorsi* durch Vermittlung des Grafen Noailles 1638 im Elzevirschen Verlage gedruckt. Da man aber Galilei verboten hatte, irgend welche Schriften zu veröffentlichen, so war er genötigt, sich den Anschein zu geben, als sei die Drucklegung ohne sein Wissen erfolgt. — Ähnlich war es mit der lateinischen Übersetzung des Dialogs von Bernegger[1]) und der des Briefes an Christina von Elia Diodati (unter dem Pseudonym Robertus Robertinus) gegangen. Auch eine flämische Übersetzung des Dialogs von de Weerdt sollte bei den Elzevir erscheinen, es ist dieser Plan aber nicht zur Ausführung gekommen (Op. X, 252). Hingegen wurde wirklich eine Übertragung ins Englische vorgenommen; ob es dieselbe ist, die 1661–1665 von Thomas Salusbury in London veröffentlicht wurde, ist zweifelhaft. (Vgl. Favaro, *Sopra una traduzione inglese di alcune opere di Galileo* in der *Rivista delle Biblioteche num.* 18 und 19, sowie Op. VII, 140.) Viviani erwähnt in seiner Biographie Galileis aufserdem eine französische und eine deutsche Übersetzung; indessen ist diese Angabe aller Wahrscheinlichkeit nach irrig, wenigstens ist es mir nicht gelungen, irgend welche Spur von ihnen zu entdecken.

1) Systema Cosmicum, Authore Galilaeo Galilaei Lynceo, Academiae Pisanae Mathematico extraordinario, Serenissimi Magni-Ducis Hetruriae Philosopho et Mathematico Primario. In quo Quatuor Dialogis, De Duobus Maximis Mundi Systematibus, Ptolemaico & Copernicano, Utriusque rationibus Philosophicis ac Naturalibus indefinite propositis, disseritur. Ex Italica lingua Latine conuersum. Accedit Appendix gemina, qua SS. Scripturae dicta cum Terrae mobilitate conciliantur. Augustae Treboc. Impensis Elzeviriorum, Typis Davidis Hautti. Anno 1635. Dieselbe Übersetzung erschien mehrfach mit verändertem Titel.

Bis in die letzten Lebensjahre blieb Galilei wissenschaftlich thätig. Da er nicht mehr schreiben konnte, diktierte er oder machte mündliche Mitteilungen. Namentlich war es der junge Viviani, der ihm bis zuletzt treu zur Seite stand, dem wir seine erste Biographie verdanken, und der noch manchen bedeutsamen Gedanken des grofsen Mannes der Vergessenheit entrifs. Am 8. Januar 1642, in dem Jahre, wo Newton geboren wurde, starb Galilei in Gegenwart seines Sohnes Vincenzo, seiner Schwiegertochter, seiner Schüler Viviani und Torricelli, des Pfarrers und zweier Vertreter des h. Officiums. Auch über seine Bestattung entspann sich noch ein häfslicher Streit; schliefslich wurde er in aller Stille in einer Nebenkapelle der Kirche Santa Croce zu Florenz beigesetzt. Im Jahre 1737 wurden seine Gebeine in das linke Seitenschiff der Kirche übergeführt, wo sie neben denen Vivianis ruhen; ein prächtiges Denkmal entschädigt den Toten für die grausame Verfolgung, die er als Lebender erlitten.

DIALOGO
di
GALILEO GALILEI LINCEO
AL SER.mo FERD. II. GRAN. DVCA DI
TOSCANA
Stefan. Della Bella

DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.
E Filosofo, e Matematico primario del
SERENISSIMO
GR. DVCA DI TOSCANA.

Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;

Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali tanto per l'vna, quanto per l'altra parte.

CON PRI VILEGI.

IN FIORENZA, Per Gio: Batista Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE' SVPERIORI.

Imprimatur ſi videbitur Reuerendiſs. P. Magiſtro Sacri Palatij Apoſtolici.

A. Epiſcopus Bellicaſtenſis Vicesgerens.

Imprimatur

Fr. Nicolaus Riccardius

Sacri Palatij Apoſtolici Magiſter.

Imprimatur Florentiae ordinibus conſuetis ſeruatis. 11. Septembris 1630.

Petrus Nicolinus Vic. Gener. Florentiae.

Imprimatur die 11. Septembris 1630.

Fr. Clemens Egidius Inqu. Gener. Florentiae.

Stampiſi adi 12. di Settembre 1630.

Niccolò dell' Altella.

Durchlauchtigster Grofsherzog.[1])

So sehr der Mensch von jeglichem anderen Geschöpfe sich unterscheiden mag, so wäre doch die Behauptung nicht eben ungereimt, dafs die Menschen unter einander kaum minder verschieden sind. Was will Eins gegen Tausend heifsen? Doch aber pflegt man zu sagen, dafs ein Mann für tausend gilt, wo tausend nicht für einen gelten. Solche Wertverschiedenheit schreibt sich her von der Ungleichheit in der geistigen Befähigung des Menschen; oder, was meines Bedünkens dasselbe ist, davon, ob man Philosoph ist oder nicht: denn die Philosophie, als eigentliche Geistesnahrung, erhebt den, der sie geniefsen kann, mehr oder minder hoch über den gemeinen Haufen des Volks, je nach der verschiedenen Beschaffenheit dieser Speise. Wer nach höherem Ziele trachtet, nimmt den höheren Rang ein; das rechte Mittel aber den Blick aufwärts zu lenken, liegt in der Beschäftigung mit dem grofsen Buche der Natur, dem eigentlichen Gegenstande der Philosophie. Obgleich alles, was in diesem Buche zu lesen steht, das Erzeugnis eines allmächtigen Künstlers und somit aufs angemessenste gegliedert ist, so ist doch

dasjenige das Nächste und Erforschenswerteste, was uns das Werk und die darauf verwendete Kunst von der erhabensten Seite zeigt. Der Bau des Weltalls verdient daher nach meiner Ansicht an erster Stelle genannt zu werden. Denn wie er allumfassend alles Andere an Gröfse übertrifft, so mufs er auch, als Richtschnur und Stütze für jegliches Einzelding, dem Range nach diesen vorangehen. Wenn es daher je einem Menschen gelang, sich geistig vor der übrigen Menschheit ungewöhnlich hervorzuthun, so war dies mit Ptolemäus und Kopernikus der Fall, die so erhabene Gedanken im Weltenbau zu lesen, zu schauen, zu erforschen wufsten. Um die Werke dieser Männer drehen sich wesentlich meine vorliegenden Gespräche; ich glaubte daher, sie keinem Anderen widmen zu dürfen als Euerer Hoheit. Gleichwie ihr Inhalt nämlich auf den Leistungen dieser Beiden beruht, meines Erachtens der gröfsten Geister, welche uns in ihren Werken dergleichen Untersuchungen hinterlassen haben, so ziemte es sich, um der Bedeutung des Gegenstandes nicht Abbruch zu thun, sie zu stützen auf die Gunst des Gröfsten, den ich kenne, auf dafs sie Ruhm und Schutz durch ihn gewinnen möchten. Und wenn jene beiden mein Denken so erleuchtet haben, dafs mein vorliegendes Werk grofsenteils als das ihre gelten kann, so darf es auch als geistiges Eigentum Euerer Hoheit angesehen werden, die in der Fülle Ihrer Grofsmut mir Mufse und Ruhe zur Abfassung meines Buches gegeben und, nimmer müde mich zu ehren, mit wirksamer Unterstützung schliefslich die Veröffentlichung desselben ermöglicht hat. Möge daher Euere Hoheit es mit gewohnter Güte entgegennehmen, und

wenn sich etliches darin findet, was den Freunden der Wahrheit Erkenntnis und Vergnügen bereiten sollte, so möge solches gelten als das Werk Euerer Hoheit, die durch Ihre Hilfsbereitschaft bewirkt hat, dafs in Dero glücklichem Reiche Niemand etwas verspürt von den gewöhnlichen Nöten der Welt. Indem ich den Segen des Himmels auf Euere Hoheit herabflehe, auf dafs diese fromme und hochherzige Gepflogenheit allezeit mehr sich bewähren könne, versichere ich Euere Hoheit meiner demütigsten Ergebenheit.

Euerer Durchlauchtigsten Hoheit

demütigster und ergebenster Diener und Vasall

Galileo Galilei.

An den geneigten Leser.[3])

In den letzten Jahren erliefs man in Rom ein heilsames Edikt, welches den gefährlichen Ärgernissen der Gegenwart begegnen sollte und der pythagoreischen Ansicht, dafs die Erde sich bewege, rechtzeitiges Schweigen auferlegte. Es fehlte nicht an Stimmen, welche in den Tag hinein behaupteten, jener Beschlufs verdanke seine Entstehung nicht einer sachverständigen Prüfung, sondern sei hervorgegangen aus Parteileidenschaft, der nicht genügende Kenntnisse zur Seite stünden. Es wurden Klagen laut, dafs Konsultoren, welche mit dem Stande der astronomischen Wissenschaft völlig unbekannt seien, durch ein plötzliches Verbot den forschenden Geistern die Flügel nicht hätten stutzen sollen. Unmöglich konnte mein Eifer beim Anhören so leichtfertiger Beschwerden stille bleiben. Wohlvertraut mit jenem so weisen Beschlusse, entschied ich mich dafür auf der Schaubühne der Welt als Zeuge aufrichtiger Wahrheit aufzutreten. Ich war damals in Rom anwesend; ich hatte die höchsten geistlichen Würdenträger des dortigen Hofes nicht nur zu Zuhörern, sondern fand auch ihren Beifall. So erfolgte denn die Veröffentlichung jenes Dekrets nicht, ohne dafs man mich vorher einigermafsen davon in Kenntnis gesetzt hätte. Darum ist meine Absicht in vorliegender mühevoller Arbeit den fremden Nationen zu be-

weisen, dafs man in Italien und insbesondere in Rom über diese Materie ebenso viel weifs, als nur immer die Forschung des Auslandes darüber ermittelt haben mag. Durch Zusammenstellung aller eigenen Untersuchungen über das kopernikanische System will ich zeigen, dafs die Erkenntnis von alle dem der römischen Zensur voranging, dafs mithin dieser Himmelsstrich nicht nur die Heimat der Dogmen für das Seelenheil ist, sondern dafs auch die scharfsinnigen Entdeckungen zur Vergnügung der Geister von ihm ausgehen.

Zu diesem Zwecke habe ich im Laufe der Unterredung die Partei des Kopernikus ergriffen, wobei ich von seinem System ganz nach mathematischer Weise als von einer Voraussetzung ausgehe und mit Hilfe aller möglichen Kunstgriffe nachzuweisen suche, dafs dieses System dem von der Unbewegtheit der Erde zwar nicht schlechthin überlegen ist, wohl aber in Ansehung der Gegengründe, die von den zünftigen Peripatetikern vorgebracht werden. Diese Leute geben sich zufrieden, im Widerspruch mit ihrem Namen[3]), Gespenster zu verehren, ohne umherzuwandeln; sie suchen nicht vermöge eigenen Nachdenkens die Wahrheit zu erforschen, sondern einzig und allein mittels der Erinnerung an vier mifsverstandene Principien.

Drei Hauptpunkte werden erörtert werden. Zuerst werde ich zu beweisen suchen, dafs alle auf Erden anstellbaren Versuche ungenügende Mittel sind, um deren Bewegung darzuthun, dafs solche vielmehr unterschiedslos ebensowohl mit der Bewegung wie mit der Ruhe der Erde vereinbar sind; bei diesem Anlafs werden, wie ich hoffe, viele dem Altertum unbekannte Beobachtungen zur Sprache kommen. Zweitens werden die Himmelserscheinungen einer Prüfung unterzogen werden, welche so sehr zu Gunsten der kopernikanischen

Annahme ausfällt, als ob diese durchaus siegreich daraus hervorgehen sollte; dabei werden neue Forschungen vorgeführt werden, die als astronomische Hilfsmittel zu betrachten sind, nicht aber als thatsächlich gültige Naturgesetze. Drittens werde ich eine geistreiche Phantasie zur Sprache bringen. Ich habe vor vielen Jahren einmal ausgesprochen, dafs auf das dunkle Problem von Ebbe und Flut einiges Licht fallen könnte, sobald man die Bewegung der Erde einräumen wollte. Dieser mein Ausspruch verbreitete sich von Mund zu Mund, und es fanden sich barmherzige Pflegeväter[1]), welche die arme Waise als Kind ihres eigenen Geistes annahmen. Damit nun nicht dereinst ein Fremder, mit unseren eigenen Waffen kämpfend, vor uns hintrete und uns schelte wegen der geringen Aufmerksamkeit, die wir einer so wichtigen Naturerscheinung gewidmet hätten, habe ich es für richtig gehalten, die Gründe darzulegen, welche die Sache plausibel machen unter der Annahme, dafs die Erde sich bewege. Diese Untersuchungen werden hoffentlich der Welt beweisen, dafs andere Nationen zwar in gröfserem Umfange Schiffahrt betreiben mögen, dafs wir ihnen aber in wissenschaftlicher Forschung nichts nachgeben; dafs, wenn wir uns bescheiden die Unbeweglichkeit der Erde zu behaupten und die gegenteilige Annahme nur als eine mathematische Grille betrachten, dies nicht aus Unkenntnis der Ideen anderer geschieht; dafs wir vielmehr, von anderem abgesehen, dies aus den Gründen thun, welche die Frömmigkeit, die Religion, die Erkenntnis der göttlichen Allmacht und das Bewufstsein von der Unzulänglichkeit des Menschengeistes uns an die Hand geben.

Ich dachte weiter, es sei von grofsem Vorteil diese Gedanken in Form eines Gesprächs zu entwickeln, weil ein solches nicht an die strenge Innehaltung der mathematischen Gesetze gebunden ist und hie und da zu Abschweifungen

Gelegenheit bietet, die nicht minder interessant sind als der Hauptgegenstand.

Ich besuchte vor vielen Jahren des öfteren die Wunderstadt Venedig und verkehrte daselbst mit dem Signore *Giovan Francesco Sagredo*[5]), einem Manne von vornehmster Abkunft und ausgezeichnetem Scharfsinn. Eben dahin kam aus Florenz Signore *Filippo Salviati*, dessen geringster Ruhm sein edeles Blut und sein glänzender Reichtum war; ein erhabener Geist, der nach keinem Genusse mehr trachtete als nach dem des Forschens und Denkens. Mit diesen beiden unterhielt ich mich oft über die erwähnten Fragen und zwar im Beisein eines peripatetischen Philosophen, dem scheinbar nichts so sehr die Erkenntnis der Wahrheit erschwerte, als der Ruhm, den er durch seine Auslegungen des Aristoteles erworben hatte.

Jetzt, nachdem der grausame Tod den Städten Venedig und Florenz jene beiden erleuchteten Männer in der Blüte ihrer Jahre geraubt hat, habe ich versucht, soweit meine schwachen Kräfte es vermögen, sie zu ihrem Ruhme auf diesen Blättern fortleben zu lassen, indem ich sie als redende Personen an den vorliegenden Gesprächen sich beteiligen lasse. Auch der wackere Peripatetiker soll nicht fehlen; wegen seiner übermäfsigen Vorliebe für die Kommentare des Simplicius, schien es passend unter Verschweigung seines wahren Namens ihm den seines Lieblingsautors zu belassen. Mögen die Seelen jener beiden grofsen Männer, die meinem Herzen stets verehrungswürdig bleiben werden, das öffentliche Denkmal meiner nie ersterbenden Liebe hinnehmen; möge das Andenken an ihre Beredsamkeit mir behülflich sein, der Nachwelt die versprochenen Untersuchungen klar darzulegen.

Es hatten gelegentlich allerlei Unterredungen zwischen genannten Herren stattgefunden, die, wie es zu gehen pflegt,

willkürlich herausgegriffene Punkte betrafen. Dadurch aber wurde der Durst nach Erkenntnis in ihren Geistern nur entflammt, nicht gelöscht. Sie fafsten daher den klugen Entschlufs sich an einigen Tagen zusammenzufinden, um unter Ausschlufs jedes anderen Geschäftes in geordneterer Weise der Betrachtung und Verehrung der himmlischen und irdischen Wunderwerke Gottes obzuliegen. Als die Gesellschaft im Palaste des erlauchten S. Sagredo beisammen war, hub nach den üblichen, aber kurzen Begrüfsungsceremonien S. Salviati folgendermafsen an:

Erster Tag.

Personen: **Salviati, Sagredo** und **Simplicio.**

Salv. Bei unseren gestrigen Gesprächen sind wir schliefslich übereingekommen, heute so klar und eingehend als möglich diejenigen natürlichen Gründe[6]) auf ihre Beweiskraft hin zu prüfen, welche zu Gunsten der einen und der anderen Ansicht von den Verehrern der aristotelisch-ptolemäischen Lehre einerseits und von den Anhängern des kopernikanischen Systems andererseits bisher vorgebracht worden sind. Da nun Kopernikus die Erde zu den bewegten Himmelskörpern rechnet und demgemäfs sie als einen Ball gleich den Planeten betrachtet, so werden wir zweckmäfsig zunächst untersuchen, wie es um die Triftigkeit und Überzeugungskraft derjenigen peripatetischen Schlüsse steht, welche erweisen sollen, eine solche Annahme sei schlechthin unmöglich, insofern in der Natur zweierlei verschiedene Substanzen zu unterscheiden seien, eine himmlische und eine elementare[7]), jene unveränderlich und unzerstörbar, diese veränderlich und vergänglich. Diesen Gegenstand behandelt er[8]) in der Schrift „Über den Himmel", indem er zuerst seine Ansicht von gewissen allgemeinen Gesichtspunkten aus wahrscheinlich zu machen sucht und sie dann durch speciellere Erfahrungen und Beweise stützt. Ich will den Gegenstand in der nämlichen Reihenfolge behandeln und dann meine Ansicht freimütig mitteilen; ich lasse mir dabei gerne Euere Kritik gefallen, insbesondere die des Signore Simplicio, eines so eifrigen Kämpen und Verteidigers der aristotelischen Lehre.

Kopernikus betrachtet die Erde als einen Ball gleich den Planeten.

Himmlische Substanzen notwendig unveränderlich, elementare veränderlich nach Ansicht des Aristoteles.

Das erste Glied in der Schlufskette der Peripatetiker besteht darin, dafs Aristoteles die Vollständigkeit und Vollkommenheit der Welt durch den Hinweis darthut, dieselbe sei nicht eine einfache Linie, noch auch eine blofse Fläche, sondern ein Körper mit Länge, Breite und Tiefe; da es nun nicht mehr als diese drei Ausdehnungen gebe und die Welt dieselben besitze, so besitze sie alle und sei aus eben diesem Grunde vollkommen. — Dafs nun aber aus der Linie, welche definiert ist als eine blofs der Länge nach ausgedehnte Gröfse, durch

Aristoteles hält die Welt für vollkommen, weil sie dreidimensional ist.

Hinzufügung der Breite sich die Fläche ergiebt und durch weitere Hinzufügung der Höhe oder Tiefe daraus der Körper entsteht, dafs sodann über diese drei Ausdehnungen hinaus kein Übergang zu einer weiteren möglich ist, mit diesen dreien also die Vollständigkeit, ich möchte sagen die Allheit, erschöpft ist: dafür hätte ich von Aristoteles gerne einen strengen Beweis gehört, umsomehr als sich ein solcher recht klar und ohne Schwierigkeit führen läfst.

Aristotelische Beweise dafür, dafs es nicht mehr als drei Ausdehnungen giebt.

Simpl. Was habt Ihr denn an den wunderschönen Beweisen auszusetzen, die im zweiten, dritten und vierten Paragraphen gleich auf die Definition der Stetigkeit folgen?[9]) Steht da nicht erstlich, dafs es keine anderen als jene drei Ausdehnungen giebt, weil die Drei alles, die Dreiheit allseitig ist?[10]) Wird dies nicht durch die Autorität und die Lehre der Pythagoreer bekräftigt, wonach alles durch die Drei, nämlich durch Anfang, Mitte und Ende bestimmt ist, diese also anzusehen ist als die Zahl der Allheit? Und vergefst Ihr denn ganz den weiteren Grund, dafs nämlich gewissermafsen nach einem Naturgesetz besagte Zahl bei den Opfern für die Götter Anwendung findet, dafs man, der Weisung der Natur vollkommen entsprechend, bei Dingen, die in der Dreizahl vorkommen, nicht aber bei einer geringeren Zahl, von allen spricht? Denn wenn es sich um zwei Dinge handelt, sagt man beide und nicht alle: wohl aber sagt man so bei dreien. Diese ganze Entwicklung findet Ihr im zweiten Paragraphen. Im dritten liest man *ad pleniorem scientiam*[10]), dafs die Begriffe Jedes, All und Vollkommenes begrifflich identisch sind, dafs also von den ausgedehnten Gröfsen der Körper allein vollkommen ist, da nur er durch die Drei bestimmt ist, welche der Ausdruck der Allheit ist. Da er ferner in dreierlei Richtung geteilt werden kann, so ist er in allen Richtungen teilbar, während von den beiden anderen Gröfsen die eine blofs auf eine, die andere auf zwei Weisen teilbar ist. Es entspricht nämlich die Teilbarkeit und Stetigkeit der Zahl der Dimensionen; daher ist die Linie nur in einer Richtung, die Fläche in zweien stetig, der Körper hingegen in allen. Giebt er sodann für die in Rede stehende Behauptung im vierten Paragraphen, nach einigen anderen Lehrsätzen, nicht noch einen weiteren Grund an? Jeder Fortschritt, sagt er, hat einen bisher vorhandenen Mangel zur Voraussetzung — und daher ist es ein Fortschritt, wenn man von der Linie zur Fläche übergeht, da jene der Breite ermangelt — das Vollkommene kann aber nicht mangelhaft sein, da es allseitig ist; man kann also unmöglich von den Körpern zu einem höheren Gebilde fortschreiten. Scheint Euch nun nicht von all diesen Gesichtspunkten aus zur Genüge erwiesen, dafs es über die drei Ausdehnungen der Länge, Breite und

Berühmtheit der Dreizahl bei den Pythagoreern.

Tiefe hinaus einen Übergang zu einer weiteren nicht giebt und dafs darum der Körper, der sie sämtlich besitzt, vollkommen ist?

Salv. Bei all diesen Erörterungen habe ich mich, offen gesagt, höchstens zu dem einen Zugeständnis bewogen gefühlt, dafs dasjenige, was Anfang, Mitte und Ende hat, vollkommen zu nennen ist. Dafs aber darum, weil Anfang, Mitte und Ende eine Dreiheit bilden, die Zahl Drei vollkommen wäre und die Fähigkeit besäfse, diese Vollkommenheit auf jede Dreiheit von Dingen zu übertragen, dies zuzugeben fühle ich mich nicht im mindesten bewogen. Ich kann z. B. nicht fassen und verstehen, dafs etwa in Ansehung der Beine die Zahl Drei vollkommener wäre, als Vier oder Zwei, oder dafs die Zahl Vier als Zahl der Elemente unvollkommen sei, der Drei hingegen eine höhere Vollkommenheit zukäme. Besser wäre es also, man überliefse derlei Nichtigkeiten Schönrednern und begründete seine Behauptung mit einem strengen Beweise, wie es sich in den deduktiven Wissenschaften gehört.

Simpl. Ihr nehmt wohl diese Gründe nicht ernsthaft, und doch gehen all derartige Betrachtungen auf die Pythagoreer zurück, die den Zahlen eine so hohe Bedeutung beilegten. Es scheint, als ob Ihr, der Ihr Mathematiker seid und, wie ich glaube, in vielen Fragen Anhänger der pythagoreischen Schule, auf einmal deren Mysterien geringschätzig behandelt.

Salv. Dafs bei den Pythagoreern die Wissenschaft von den Zahlen im höchsten Ansehen stand, und sogar Plato[11]) den menschlichen Intellekt blofs darum bewunderte und ihn als gleichartig mit der göttlichen Vernunft betrachtete, weil er das Wesen der Zahlen begreife, ist mir wohlbekannt, ja ich neige der nämlichen Ansicht zu. Aber ich bin weit davon entfernt zu glauben, dafs die geheimnisvollen Eigenschaften, derentwegen Pythagoras und seine Schule die Zahlenlehre so hoch schätzten, jene Albernheiten sein sollten, die im Volksmunde und in den landläufigen Büchern spuken. Ich weifs vielmehr, dafs sie jene Wunder nicht den Schmähungen und der Verachtung des grofsen Haufens preisgeben wollten, dafs sie die Veröffentlichung der tief verborgenen Zahleneigenschaften und der von ihnen entdeckten inkommensurabeln und irrationalen Gröfsen als eine Profanation verurteilten und lehrten, dafs, wer sie offenbare, dafür im Jenseits zu büfsen habe. Einer oder der andere mag daher, um den gemeinen Mann abzuspeisen und sich seinen Fragen zu entziehen, ihm gesagt haben, die Zahlengeheimnisse bestünden in jenen Spielereien, die sich nachher im Volke verbreiteten. Es war das ebenso vorsichtig und bedacht, wie das Verfahren jenes klugen jungen Mannes, der seiner Mutter oder seiner

Gottlichkeit des menschlichen Intellekts, weil er das Wesen der Zahlen begreift, nach Ansicht Platos.

Die pythagoreischen Zahlengeheimnisse sind Märchen.

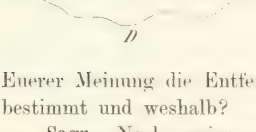
neugierigen Frau — ich weifs nicht mehr sicher — die ihn bestürmte, ihr die geheimen Verhandlungen des Senats mitzuteilen, ein Märchen aufband, um ihre lästigen Fragen los zu werden, so dafs sie nebst vielen anderen Weibern vor selbigem Senate sich aufs höchste lächerlich machten.[12])

Simpl. Ich gehöre nicht zu denen, welche nach den Mysterien der Pythagoreer sonderlich lüstern sind. Aber ich entgegne, um auf unseren Gegenstand zurückzukommen: die von Aristoteles vorgebrachten Gründe dafür, dafs die Anzahl der Dimensionen mehr als drei weder beträgt, noch betragen kann, erscheinen mir zwingend; auch glaube ich, dafs wenn es einen strengeren Beweis gäbe, Aristoteles ihn nicht verschwiegen hätte.

Sagr. Setzt wenigstens hinzu, wenn er ihn gekannt oder sich seiner erinnert hätte. Aber Ihr, Signore Salviati, würdet mir einen grofsen Gefallen thun, wenn Ihr einen augenscheinlichen Beweis beibringen wolltet; nur mufs er so fafslich sein, dafs ich ihn verstehen kann.

Geometrischer Beweis für die Dreidimensionalität.

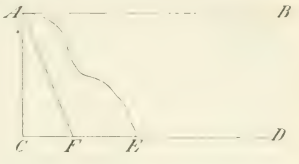
Salv. Nicht nur Ihr, auch Signore Simplicio wird ihn verstehen, ja er ist Euch, wenn auch unbewufsterweise längst bekannt.[13]) Zu besserem Verständnis wollen wir Papier und Feder benutzen, die ich für solche Gelegenheiten hier schon bereit sehe, und eine kleine Zeichnung entwerfen. Wir markieren zunächst zwei Punkte A und B; verbinde ich dieselben einmal durch die krummen Linien ACB und ADB, dann durch die Gerade AB, so frage ich Euch, welche dieser Linien nach Euerer Meinung die Entfernung zwischen den Endpunkten A und B bestimmt und weshalb?



Sagr. Nach meiner Meinung die gerade Linie und nicht die krummen, teils weil jene die kürzeste ist, teils weil sie einzig in ihrer Art und bestimmt ist, während es von den anderen unzählige giebt, die unter einander ungleich und länger als die gerade Linie sind; jede Messung aber mufs nach meiner Ansicht von dem ausgehen, was einzig in seiner Art und selber bestimmt ist.

Salv. Wir haben also in der geraden Linie ein Mafs für die Strecke zwischen zwei Punkten. Fügen wir jetzt eine andere gerade Linie hinzu, welche der Linie AB parallel ist und CD heifsen möge, so dafs zwischen beiden eine Fläche gelegen ist; ich möchte, dafs Ihr mir die Breite derselben angeben wolltet. Sagt mir also, nach welchem Punkte und in welcher Weise Ihr, von dem End-

punkte A ausgehend, zu der Linie CD gelangen wollt, um mir die Breite des zwischen beiden Linien enthaltenen Flächenstücks anzugeben; ich meine, ob Ihr dieselbe bestimmen wollt mittels der Länge der Kurve AE oder der Geraden AF oder ....



Simpl. Mittels der Geraden AF und nicht mittels der krummen Linie, da die krummen Linien zu solchem Zweck bereits als untauglich sich erwiesen haben.

Sagr. Was mich betrifft, so würde ich weder die eine noch die andere benutzen; denn, wie ich sehe, geht die Gerade AF in schiefer Richtung. Ich möchte vielmehr eine Linie ziehen, die rechtwinklig auf CD steht; denn diese und diese allein scheint mir die kürzeste zu sein im Gegensatz zu den unendlich vielen gröfseren und unter sich ungleichen, welche von dem Endpunkte A nach anderen und anderen Punkten der gegenüberliegenden Linie CD sich ziehen lassen.

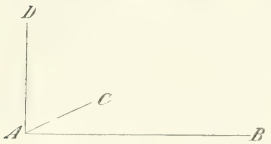
Salv. Euere Wahl und der Grund, den Ihr dafür anführt, scheint mir vortrefflich. Wir haben also bis jetzt das Ergebnis, dafs die erste Dimension durch eine gerade Linie bestimmt wird; die zweite, nämlich die Breite, ebenfalls durch eine gerade Linie, die mit jener anderen, die Länge bestimmenden einen rechten Winkel bildet. So also haben wir die zwei Dimensionen der Fläche bestimmt, die Länge und Breite. Wenn Ihr nun aber eine Höhe zu bestimmen habt, wie hoch z. B. die Decke dieses Zimmers über dem Fufsboden sich befindet, so kann man doch von einem beliebigen Punkte der Decke unendlich viele teils gerade, teils krumme Linien, alle von verschiedener Länge, nach unendlich vielen Punkten des darunter befindlichen Bodens ziehen. Welche von genannten Linien würdet Ihr nun zu Euerem Zwecke benutzen?

Sagr. Ich würde an der Decke einen Faden befestigen und ihn durch eine daran hängende Bleikugel sich ungehindert ausdehnen lassen, bis er den Boden berührt. Die Länge dieses Fadens, als einer geraden Linie und zwar der kürzesten von allen Linien, die von selbigem Punkte nach dem Boden sich ziehen lassen, würde ich als die wahre Höhe des Zimmers betrachten.

Salv. Ganz richtig. Wenn Ihr dann von dem Punkte des Fufsbodens, der durch das Ende des hängenden Fadens bezeichnet ist — der Boden als wagrecht angenommen, nicht etwa als geneigt — zwei andere gerade Linien ausgehen lasset, eine in Richtung der Länge, die andere in Richtung der Breite des Bodens, welche Winkel werden diese mit dem Faden bilden?

Sagr. Sie werden selbstverständlich rechte Winkel bilden, wenn der Faden lotrecht und der Boden ganz eben und genau wagrecht ist.

Salv. Wenn Ihr also irgend einen Punkt zum Anfang und Ausgangspunkt der Messung macht und von ihm eine gerade Linie ausgehen lafst, die zur Bestimmung der ersten Ausdehnung, der Länge, dienen soll, so wird notwendigerweise diejenige, welche die Breite definieren soll, rechtwinklig zur ersten abgehen und die, welche die Höhe, also die dritte Ausdehnung, bezeichnet, ebenfalls mit den beiden anderen nicht schiefe, sondern rechte Winkel bilden. So seht Ihr denn durch die drei Perpendikel, als drei in ihrer Art einzige, bestimmte und kürzeste Linien, die drei Dimensionen festgesetzt: AB die Länge, AC die Breite, AD die Höhe. Da nun offenbar durch denselben Punkt keine weitere Linie gehen kann, welche mit diesen rechte Winkel einschliefst und die Dimensionen doch allein durch gerade, auf einander rechtwinklige Linien bestimmt werden dürfen, so giebt es nicht mehr als drei Dimensionen. Ein Ding also, das diese drei besitzt, besitzt sie alle, und wenn es alle besitzt, ist es nach allen Richtungen teilbar, und wenn dem so ist, ist es vollkommen u. s. w.



Simpl. So? Wer sagt denn, dafs man keine anderen Linien ziehen kann? Warum sollte es denn unmöglich sein, von unten her noch eine weitere Linie im Punkte A anlangen zu lassen, die mit den übrigen rechte Winkel bildet?

Salv. Ihr könnt doch wahrhaftig nicht durch einen Punkt mehr als drei auf einander rechtwinklige Linien legen.

Sagr. Ja; denn die, welche Signore Simplicio meint, scheint mir dieselbe Linie wie DA zu sein, nur nach unten verlängert. Auf diese Art könnte man noch zwei andere ziehen; es wären aber die nämlichen drei wie zuvor, nur mit dem Unterschiede, dafs sie dann sich schnitten, während sie jetzt sich blofs berühren. Neue Dimensionen würde man aber dadurch nicht erhalten.

Bei naturwissenschaftlichen Beweisen ist mathematische Strenge nicht erforderlich.

Simpl. Ich will nicht sagen, dafs dieser Euer Beweis der Strenge ermangele; wohl aber kann ich mit Aristoteles[14]) sagen, dafs man in den Naturwissenschaften nicht immer Beweise von mathematischer Strenge zu suchen braucht.

Sagr. Allerdings vielleicht dann nicht, wenn sie unerreichbar ist; wenn sie hier aber möglich ist, warum nicht Gebrauch von ihr machen? Doch es wird gut sein, auf diese Einzelheit nicht noch mehr Worte zu verschwenden, weil meiner Meinung nach Signore Salviati dem Aristoteles

und Euch ohne jeden Beweis zugegeben hätte, dafs die Welt ein Körper sei und dafs sie Vollkommenheit und zwar die höchste Vollkommenheit besitze, wie sie ja das höchste Werk Gottes ist.

Salv. So ist es in der That. Lassen wir also die allgemeinen Betrachtungen des Weltganzen und gehen wir über zu der Betrachtung seiner Teile, deren Aristoteles im ersten Abschnitt zwei sehr verschiedene, gewissermafsen einander entgegengesetzte annimmt, nämlich einen himmlischen und einen elementaren: jener unentstanden, unzerstörbar, unveränderlich, unbeeinflufsbar; dieser beständigem Wechsel und fortwährender Änderung unterworfen. Diesen Unterschied schöpft er aus seinem Grundprincipe, nämlich aus der Verschiedenheit der Ortsveränderungen.[15]) Seine Schlüsse sind dabei folgende:

Nach Aristoteles zwei einander entgegengesetzte Teile der Welt, ein himmlischer und ein elementarer.

Aus der sinnlichen Welt sozusagen heraustretend und in eine ideale sich versetzend, unternimmt er es, den Bauplan des Weltalls zu entwerfen und demgemäfs zu erwägen, dafs die Natur die Ursache der Bewegung ist[16]), die Naturkörper mithin der Ortsveränderung fähig sind. Er erklärt sodann, dafs die Bewegungen von dreierlei Art sind, nämlich kreisförmig, geradlinig oder aus diesen gemischt. Die beiden ersten Bewegungsarten nennt er einfach, weil von allen Linien der Kreis und die Gerade allein einfach sind. Hierauf definiert er, die bisherige Allgemeinheit bedeutend einschränkend, von den einfachen Bewegungen sei die erste die Kreisbewegung, d. h. die um die Mitte stattfindende, die beiden anderen seien gerade nach oben und nach unten gerichtet, nämlich nach oben die von dem Mittelpunkt sich entfernende, nach unten die dem Mittelpunkt zustrebende. Daraus nun schliefst er, dafs notwendigerweise die einfachen Bewegungen mit diesen drei Arten erschöpft sind, dafs es also nur Bewegungen nach der Mitte, von der Mitte und um die Mitte gebe. Dieses steht, wie er sagt, in schönem Einklange mit dem früher über den Körper Gesagten, der ganz wie die ihm zukommende Bewegung in dreierlei Hinsicht vollkommen sei. Nach Feststellung dieser Bewegungsarten fährt er fort und sagt: da von den Naturkörpern einige einfach, andere aus diesen zusammengesetzt seien — und zwar nennt er einfache Körper solche, die von Natur einen Antrieb zur Bewegung haben, wie das Feuer und die Erde — so müssen die einfachen Bewegungen den einfachen Körpern, die gemischten den zusammengesetzten Körpern zukommen, derart jedoch, dafs die zusammengesetzten dem vorherrschenden Bestandteile folgen.

Drei Arten der Ortsbewegung, geradlinige, kreisförmige und gemischte.

Geradlinige und kreisförmige Bewegungen einfach, weil längs einfacher Linien erfolgend.

Sagr. Haltet gütigst einen Augenblick ein, Signore Salviati. Denn ich verspüre in mir eine solche Menge von Zweifeln sich regen, dafs ich mich ihrer entledigen mufs, wenn ich Eurem ferneren Vortrag auf-

merksam soll folgen können; ich müfste sonst, um meine Einwürfe nicht zu vergessen, darauf verzichten, dem folgenden meine Aufmerksamkeit zu widmen.

Salv. Ich mache sehr gern eine Ruhepause; denn auch mir ergeht es ähnlich. Ich laufe jeden Augenblick Gefahr, mich zu verirren, während ich durch Klippen und stürmische Wogen segeln soll, die mich, mit dem Sprichwort zu reden, den Kurs verlieren lassen. Bringt also nur Euere Einwürfe vor, ehe ihre Menge zu grofs geworden ist.

Sagr. Dem Beispiele des Aristoteles folgend, habt Ihr mich zuerst der sinnlichen Welt weit entrückt, um mir den Bauplan zu zeigen, nach dem sie ausgeführt werden soll. Ihr ginget zu meiner Zufriedenheit von dem Satze aus, dafs die Naturkörper von Natur aus beweglich sind, da anderwärts die Natur als Ursache der Bewegung definiert worden ist. Hier kam mich ein kleines Bedenken an: warum nämlich sagte Aristoteles nicht, dafs von den Naturkörpern einige von Natur beweglich, andere unbeweglich sind, während es doch in der Definition heifst, die Natur sei die Ursache der Bewegung und der Ruhe? Wenn die Naturkörper alle den Trieb zur Bewegung haben, so war es entweder unstatthaft, die Ruhe in die Definition der Natur mit aufzunehmen oder es war unstatthaft, eine solche Definition an dieser Stelle einzuführen.[17]) Wenn er mir nachher auseinandersetzt, was er unter einfachen Bewegungen verstanden wissen will und wie er diese nach den zurückgelegten Wegen bestimmt, indem er nämlich einfache Bewegungen diejenigen nennt, die längs einfacher Linien stattfinden, wenn er ferner sagt, dafs solche einfache Linien blofs der Kreis und die gerade Linie sind, so will ich das ruhig hinnehmen und nicht spitzfindig ihm das Beispiel der um einen Cylinder gewundenen Schraubenlinie entgegenhalten, wiewohl diese wegen der Gleichartigkeit ihrer Teile auch, wie mir scheint, zu den einfachen Linien gerechnet werden könnte. Hingegen will es mir gar nicht gefallen, dafs ich ihn plötzlich unter Beeinträchtigung der Allgemeinheit — während er scheinbar die nämlichen Definitionen nur mit anderen Worten wiederholt — die eine Bewegung eine solche um den Mittelpunkt nennen höre, die anderen *sursum et deorsum*, d. h. aufwärts und abwärts gerichtet, alles Ausdrücke, die sich nicht aufserhalb der schon fertigen Welt anwenden lassen, sondern diese als schon geschaffen, ja sogar als schon von uns bewohnt voraussetzen. Wenn aber die geradlinige Bewegung einfach ist blofs wegen der Einfachheit der geraden Linie und wenn die einfache Bewegung natürlich ist, nach welcher Seite sie auch gerichtet sei, aufwärts oder abwärts, vorwärts oder rückwärts, nach rechts oder nach links oder nach irgend einer anderen

Die von Aristoteles aufgestellte Definition der Natur entweder mangelhaft oder zur Unzeit angewandt.

Cylindrische Schraubenlinie kann als einfache Linie gelten.

denkbaren Richtung, vorausgesetzt nur, dafs sie geradlinig ist, so wird auch eine solche Bewegung manchen Naturkörpern zukommen müssen, wenn anders nicht die Grundannahme des Aristoteles mangelhaft ist. Überdies deutet Aristoteles offenbar an, es gebe in der Welt nur eine einzige kreisförmige Bewegung und demzufolge nur einen einzigen Mittelpunkt, auf welchen allein die auf- und abwärts gerichteten Bewegungen sich beziehen: alles Anzeichen, dafs er die Absicht hat, uns falsche Karten in die Hände zu spielen, den Bauplan dem fertigen Gebäude anzupassen, nicht aber das Gebäude nach den Vorschriften des Planes aufzurichten. Sobald ich nämlich sage, dafs im Weltall tausenderlei Kreisbewegungen möglich sind und folglich tausend Mittelpunkte, so wird es auch tausenderlei auf- und abwärts gerichtete Bewegungen geben. Aufserdem nimmt er, wie wir hörten, einfache und gemischte Bewegungen an, indem er als einfach die kreisförmige und die geradlinige Bewegung bezeichnet, während er gemischt die aus jenen zusammengesetzte nennt. Entsprechend nennt er von den Naturkörpern die einen einfach — nämlich die, welche von Natur einen Trieb zu den einfachen Bewegungen haben — andere zusammengesetzt. Dabei weist er die einfachen Bewegungen den einfachen Körpern zu, die zusammengesetzte den zusammengesetzten. Unter zusammengesetzter Bewegung versteht er aber nun nicht mehr die Mischung geradliniger und kreisförmiger Bewegung, wie eine solche thatsächlich stattfinden kann: er führt vielmehr eine neue völlig unmögliche gemischte Bewegung ein: so wenig möglich, als es möglich ist entgegengesetzte Bewegungen innerhalb derselben geraden Linie derart zu mischen, dafs daraus eine teils nach oben, teils nach unten gerichtete Bewegung hervorginge. Um das Unpassende und die Unmöglichkeit dieser Behauptungen zu mildern, beschränkt er sich darauf, derartige gemischte Körper sich dem vorwaltenden Bestandteil gemäfs bewegen zu lassen. Man sieht sich schliefslich also genötigt, auch die Bewegung längs derselben geraden Linie bald als einfach, bald als zusammengesetzt anzusehen: die Einfachheit der Bewegung ist also nicht mehr ausschliefslich durch die Einfachheit des zurückgelegten Weges bedingt.

Aristoteles paist den Bauplan dem Weltgebäude an, nicht das Gebäude dem Plane.

Die geradlinige Bewegung nach Aristoteles bisweilen einfach, bisweilen gemischt.

Simpl. Haltet Ihr es denn nicht für einen ausreichenden Unterschied, wenn die absolut einfache Bewegung sehr viel schneller vor sich geht als die durch den vorwiegenden Bestandteil bedingte? Wieviel schneller bewegt sich ein Stück reiner Erde abwärts als ein Stückchen Holz!

Sagr. Gut, Signore Simplicio: wenn nun aber aus diesem Grunde der Begriff der Einfachheit anders gefafst werden mufs, so werden erstlich hunderttausenderlei gemischte Bewegungen existieren; sodann

aber werdet Ihr nicht mehr imstande sein, die einfache zu definieren. Ja noch mehr: wenn die gröfsere oder geringere Geschwindigkeit die Einfachheit der Bewegung beeinflufst, so wird niemals ein einfacher Körper eine einfache Bewegung ausführen. Denn bei allen natürlichen geradlinigen Bewegungen nimmt die Geschwindigkeit fortwährend zu und ändert folglich ihre Einfachheit, die, um Einfachheit zu sein, doch unveränderlich sein müfste. Was noch wichtiger ist, Ihr heftet dem Aristoteles einen weiteren Tadel an, dafs er nämlich bei der Definition der zusammengesetzten Bewegung der Langsamkeit und Schnelligkeit keine Erwähnung thut, welche Ihr jetzt als ein notwendiges und wesentliches Erfordernis hinstellt. Ein solches Kriterium läfst sich überdies nicht fruchtbar verwerten, weil es gemischte Körper, und zwar recht zahlreiche, geben wird, die sich teils schneller, teils langsamer bewegen als ein einfacher, wie z. B. das Blei und das Holz im Vergleich zur Erde. Welche dieser Bewegungen wollt Ihr da einfach, welche zusammengesetzt nennen?

Simpl. Einfach soll die heifsen, welche von einem einfachen Körper, und gemischt die, welche von einem zusammengesetzten Körper ausgeführt wird.

Sagr. Ausgezeichnet fürwahr, was Ihr da sagt, Signore Simplicio! Vor einer Weile habt Ihr festgesetzt, dafs die einfache und die zusammengesetzte Bewegung mir darüber Auskunft geben sollen, ob ein Körper einfach oder zusammengesetzt sei und jetzt soll ich aus der Einfachheit oder Zusammengesetztheit der Körper mir Aufschlufs über die Einfachheit oder Zusammengesetztheit der Bewegungen verschaffen: eine vortreffliche Regel, um schliefslich weder über die Bewegungen noch über die Körper zur Klarheit zu gelangen. Es genügt Euch nun auch zur Feststellung des Begriffs der einfachen Bewegung nicht mehr die gröfsere Geschwindigkeit; Ihr geht vielmehr so weit, dafs Ihr noch eine dritte Bedingung erfüllt wissen wollt, während Aristoteles sich zu diesem Zwecke mit einer einzigen begnügt, nämlich der Einfachheit des zurückgelegten Weges. Nach Euerer Ansicht nämlich ist nunmehr die einfache Bewegung eine solche, welche längs einer einfachen Linie, mit einer ganz bestimmten Geschwindigkeit von einem einfachen beweglichen Körper ausgeführt wird. Nun mag meinetwegen Euere Ansicht richtig sein: wenden wir uns aber zu Aristoteles zurück, der mich belehrt hat, die gemischte Bewegung sei diejenige, welche sich aus der geradlinigen und kreisförmigen zusammensetze, der mir dann aber keinen Körper hat ausfindig machen können, der von Natur eine solche Bewegung ausführte.

Salv. Ich kehre also zu Aristoteles zurück, der seine Unter-

suchung so schön und methodisch begonnen hat. Da er aber mehr die Absicht hatte, auf ein seinem Geiste schon vorschwebendes Ziel loszusteuern und es zu erreichen, als dahin zu gelangen, wohin ihn geradewegs seine Schlüsse führten, reifst er den Faden ab und schlägt einen Seitenpfad ein. Er teilt uns als etwas allgemein Bekanntes und Zugestandenes mit, dafs die auf- und abwärts gerichteten Bewegungen dem Feuer und der Erde eigen sind; es müsse also notwendigerweise aufser jenen uns zugänglichen Körpern noch ein anderer in der Natur vorhanden sein, dem die Kreisbewegung zukomme. Dieser sei sodann in demselben Mafse vollkommener, als die Kreisbewegung im Vergleich zu der geradlinigen vollkommener sei. Wievielmal aber jene die letztere an Vollkommenheit übertreffe, bemifst er nach der Vollkommenheit des Kreises gegenüber der geraden Linie, wobei er jenen vollkommen, diese unvollkommen nennt: darum nämlich unvollkommen, weil sie entweder im Falle der Unendlichkeit keinen Abschlufs und keine Grenze hat, oder im Falle der Endlichkeit nach einem aufserhalb derselben gelegenen Punkte verlängert werden kann. Das ist der Grundstein, die Basis, das Fundament des ganzen aristotelischen Weltgebäudes, worauf sich alle die übrigen Merkmale gründen, des Nicht-Leichten und Nicht-Schweren, des Unentstandenen, des Unvergänglichen und — abgesehen von der Ortsveränderung — des Unveränderlichen u. s. w. Alle diese Eigenschaften, versichert er, kommen dem einfachen, kreisförmig sich bewegenden Körper zu, während er die entgegengesetzten Affektionen der Schwere, Leichtigkeit, Vergänglichkeit u. s. w. den von Natur sich geradlinig bewegenden Körpern zuweist. Sobald also in dem bisher Festgestellten sich ein Mangel zeigt, darf man begründeterweise an allem Übrigen, das sich darauf aufbaut, Zweifel hegen. Ich stelle nicht in Abrede, dafs die von Aristoteles bisher aus allgemeinen Grundprincipien gewonnenen Ergebnisse im weiteren Fortgang durch specielle Gründe und Erfahrungen nochmals bekräftigt werden; diese müssen sämtlich einzeln geprüft und erwogen werden. Da aber schon bei dem bisher Vorgebrachten sich viele nicht unbedeutende Schwierigkeiten in den Weg stellen — und doch sollten die ersten Principien und Grundlagen unerschütterlich fest und sicher sein, damit man ohne Zagen auf ihnen weiterbauen kann — so wird es wohl am geratensten sein, bevor die Menge der Zweifel zu sehr anwächst, einmal auf gut Glück zu versuchen — und ich glaube, es ist möglich — auf anderem Wege vorzudringen, auf dem es sich kürzer und sicherer geht, und nach besser erwogenen Bauregeln die ersten Fundamente zu legen. In dem Augenblicke jedoch, wo wir einstweilen die Entwicklungen des Aristoteles

Die Kreislinie nach Aristoteles vollkommen, die gerade Linie unvollkommen, und weswegen.

verlassen, um sie seiner Zeit wieder aufzunehmen und eingehend zu prüfen[18]), erkläre ich mich einverstanden mit einer seiner bisherigen Behauptungen, dafs nämlich die Welt mit allen Dimensionen ausgestattet und darum von höchster Vollkommenheit ist. Ich setze hinzu, dafs sie als solche durchaus gesetzmäfsig ist, d. h. aus Teilen besteht, die nach höchsten und vollkommensten Gesetzen angeordnet sind. Ich glaube, dieser Annahme werdet weder Ihr, noch sonst jemand widersprechen.

Der Verfasser nimmt an, die Welt sei vollkommen geordnet.

Simpl. Wer sollte da widersprechen! Denn erstens rührt sie von Aristoteles selbst her: dann aber scheint schon der Name Kosmos von nichts Anderem hergenommen zu sein, als von der im Weltall herrschenden höchsten Ordnung.[19])

Salv. Nach Feststellung eines solchen Princips läfst sich ohne weiteres schliefsen, dafs, wenn die Hauptmassen des Weltalls vermöge ihrer Natur beweglich sind, ihre Bewegungen unmöglich geradlinig oder anders als kreisförmig sein können.[20]) Der Grund ist ganz einfach und liegt auf der Hand. Denn was sich geradlinig bewegt, verändert seinen Ort und entfernt sich im Fortgang der Bewegung mehr und mehr von dem Ausgangspunkt und von allen im Lauf der Bewegung erreichten Punkten. Käme nun einem Körper solche Bewegung von Natur aus zu, so wäre er von Anfang an nicht an seiner natürlichen Stelle, mithin die Anordnung der Teile der Welt keine vollkommene. Wir setzen aber voraus, dafs ihre Ordnung vollkommen sei, demgemäfs können sie nicht von Natur dazu bestimmt sein, ihre Stelle zu wechseln und folglich auch nicht, sich geradlinig zu bewegen. Da aufserdem die geradlinige Bewegung ihrer Natur nach unendlich ist — denn die gerade Linie ist unendlich und von unbestimmter Länge — so kann kein beweglicher Körper den natürlichen Trieb haben, sich in gerader Linie dahin zu bewegen, wohin er unmöglich gelangen kann, insofern einer solchen Bewegung kein Ziel gesetzt ist. Und die Natur, wie Aristoteles selbst sehr richtig bemerkt, versucht nicht, was unmöglich zu leisten ist, versucht also nicht dahin zu treiben, wohin zu gelangen unmöglich ist.[21]) Wollte man aber behaupten, die Natur habe, obgleich die gerade Linie und die geradlinige Bewegung ins Unendliche, d. h. ins Ziellose, fortsetzbar ist, dennoch gewissermafsen willkürlich ihr bestimmte Grenzen gesteckt und den Naturkörpern den natürlichen Trieb eingepflanzt, sich zu diesen hin zu bewegen, so entgegne ich, dafs man vielleicht in Phantasieen sich ergehen darf, die Sache habe sich in dieser Weise aus dem Urchaos entwickelt, wo verschwommene Materien verworren und ungeordnet umherschwebten. Um diese zu ordnen, mag dann die Natur sich sehr

In der wohlgeordneten Welt kann es unmöglich eine geradlinige Bewegung geben.

Geradlinige Bewegung ihrer Natur nach unendlich.

Geradlinige Bewegungen von Natur unmöglich.

Die Natur versucht nicht zu leisten, was unmöglich zu leisten ist.

Geradlinige Bewegung vielleicht im Urchaos.

geschickt der geradlinigen Bewegungen bedient haben; wie diese nämlich einerseits wohlgeordnete Körper in Unordnung zu bringen vermögen, so sind sie im Gegenteile geeignet, die verkehrt angeordneten in Ordnung zu bringen. Ist aber einmal die beste Verteilung und Stellung herbeigeführt, so kann unmöglich in ihnen die natürliche Neigung bestehen bleiben, sich auch fernerhin in gerader Linie zu bewegen, was nunmehr blofs die Wiederentfernung vom gehörigen und natürlichen Orte, also die Unordnung im Gefolge haben würde.[22]) Wir können demnach sagen, es diene die geradlinige Bewegung dazu, die Baustoffe für das Werk herbeizuschaffen; ist dieses aber einmal fertig gestellt, so bewegt es sich entweder nicht, oder wenn es sich bewegt, so bewegt es sich kreisförmig. Es sei denn, dafs wir noch weiter gehend mit Plato[23]) sagen wollten, dafs auch die Weltkörper nach ihrer Schöpfung und ihrer endgültigen Fertigstellung eine gewisse Zeit hindurch von ihrem Schöpfer in gerader Linie bewegt wurden, dafs sie aber, angelangt an dem bestimmten, ihnen zugewiesenen Orte, der Reihe nach in Drehung versetzt wurden und so von der geraden Bewegung zur kreisförmigen übergingen, in welcher sie sich dann behauptet haben und bis auf den heutigen Tag beharren. Ein erhabener Gedanke und Platos wohl würdig. Ich entsinne mich darüber unseren gemeinsamen Freund von der Accademia dei Lincei[24]) reden gehört zu haben und, wenn ich mich recht erinnere, war seine Ansicht diese. Jeder von Natur bewegliche Körper, der durch irgendwelche Ursache in den Zustand der Ruhe gebracht worden ist, wird freigelassen sich in Bewegung setzen; freilich nur dann, wenn er von Natur eine Vorliebe für irgend einen besonderen Ort hat. Denn wenn er sich allen gegenüber gleichmäfsig verhielte, würde er in seiner Ruhe verharren, da er nicht mehr Ursache hat nach diesem als nach jenem sich hin zu bewegen. Hat er aber diesen Trieb, so ergiebt sich mit Notwendigkeit, dafs er bei seiner Bewegung eine fortwährende Beschleunigung erfährt. Da er nämlich mit der langsamsten Bewegung beginnt, wird er keine Stufe der Geschwindigkeit erreichen, er sei denn zuvor durch alle Stufen geringerer Geschwindigkeit oder meinethalben gröfserer Langsamkeit hindurchgegangen. Denn da er vom Zustand der Ruhe, als von der Stufe unendlicher Langsamkeit, ausgeht, so ist kein Grund für ihn vorhanden, in die und die bestimmte Stufe der Geschwindigkeit einzutreten, ohne zuvor in eine niedrigere einzutreten und in eine noch niedrigere, bevor in diese. Es ist vielmehr nur vernünftig anzunehmen, dafs er erst durch die Stufen hindurchgeht, die der Anfangsstufe zunächst liegen, und von diesen aus erst zu den entfernter liegenden gelangt; die Stufe aber, mit der er seine Bewegung beginnt.

Geradlinige Bewegung geeignet, die verkehrt angeordneten Körper zu ordnen.

Die Weltkörper nach Plato anfangs geradlinig, später kreisförmig bewegt.

Ein in Ruhe befindlicher Körper wird sich nicht bewegen, wenn er nicht Vorliebe für irgend einen besonderen Ort hat.

Der bewegliche Körper beschleunigt seine Bewegung, wenn er sich nach dem Orte seiner Wahl begiebt.

Der vom Ruhezustand ausgehende Körper geht durch alle Stufen der Langsamkeit hindurch. Der Ruhezustand ist die Stufe unendlicher Langsamkeit.

Der Körper beschleunigt seine Bewegung nur, wenn er näher dem Ziele rückt.

ist die der höchsten Langsamkeit, nämlich die der Ruhe. Nun kann aber diese Beschleunigung nur zustande kommen, wenn der Körper bei seiner Bewegung eine Förderung erfährt und diese Förderung besteht in nichts Anderem als in der Annäherung an das angestrebte Ziel, d. h. an denjenigen Ort, wohin ihn der natürliche Trieb zieht; dabei wird er sich auf dem kürzesten, also dem geraden Wege dorthin begeben. Wir können mithin die begründete Vermutung aussprechen,

Um dem Körper einen gewissen Grad von Geschwindigkeit einzupflanzen, löst ihn die Natur sich geradlinig bewegen.

dafs die Natur, um einem beweglichen Körper, der zuvor sich in Ruhe befand, eine bestimmte Geschwindigkeit mitzuteilen, sich des Mittels bedient, ihn eine gewisse Zeit und eine gewisse Strecke hindurch in gerader Richtung zu bewegen. Besteht diese Erörterung zu Recht, so dürfen wir uns vorstellen, Gott habe die Masse z. B. des Jupiter erschaffen und wolle ihm nunmehr eine so und so grofse Geschwindigkeit verleihen, die er alsdann gleichförmig in alle Ewigkeit bewahren soll; wir werden dann mit Plato sagen können, dafs er ihm anfangs verstattete in geradlinig beschleunigter Bewegung fortzuschreiten und dafs er dann, auf der vorgeschriebenen Stufe der Geschwindigkeit angelangt, die gerade Bewegung in die kreisförmige verwandelte, deren Geschwindigkeit dann natürlich einförmig sein mufs.

Gleichförmige Geschwindigkeit kommt der kreisförmigen Bewegung zu.

Sagr. Ich höre von dieser Ansicht mit grofsem Vergnügen, glaube aber, das wird in noch höherem Mafse der Fall sein, wenn Ihr mir erst ein Bedenken beseitigt habt: ich begreife nämlich nicht recht, wieso notwendig ein beweglicher Körper, der aus dem Zustande der Ruhe in eine Bewegung eintritt, zu der ein natürlicher Hang ihm innewohnt,

Zwischen der Ruhe und irgend welchem Grade der Geschwindigkeit liegen unendlich viele Grade geringerer Geschwindigkeit.

alle vorhergehenden Grade der Schnelligkeit durchmachen mufs, deren es zwischen einem beliebig vorgeschriebenen Grade und dem Zustande der Ruhe unendlich viele giebt: als wenn die Natur der Masse des Jupiter nicht gleich nach ihrer Schöpfung die kreisförmige Bewegung nebst der betreffenden Geschwindigkeit hätte zuerteilen können.

Salv. Ich habe nicht gesagt und möchte mich nicht erdreisten

Die Natur verleiht nicht unmittelbar einen bestimmten Grad von Geschwindigkeit, wiewohl sie es könnte.

zu sagen, dafs es der Natur und Gott unmöglich wäre, jene Geschwindigkeit, von der Ihr sprecht, auch unmittelbar zu verleihen; wohl aber sage ich, dafs die Natur *de facto* nicht so verfährt. Ein solcher Vorgang käme also auf eine Wirkung hinaus, wie sie aufserhalb des natürlichen Verlaufs liegt, also auf ein Wunder.*)

*) *Es möge sich ein beweglicher noch so wuchtiger Körper mit beliebiger Geschwindigkeit bewegen und auf einen beliebigen ruhenden Körper treffen, so wird letzterer, und sei er noch so schwach und widerstandsunfähig, niemals sofort im Augenblicke des Zusammentreffens die Geschwindigkeit des anderen annehmen. Ein deutliches Zeichen, dafs dem so ist, besteht in der durch den Stofs hervorgerufenen Schallwirkung, die man nicht vernehmen oder die, besser gesagt, gar nicht statt-*

Sagr. Ihr glaubt also, ein Stein, der aus der Ruhelage in die ihm natürliche Bewegung nach dem Mittelpunkt der Erde eintritt, müsse durch alle Stufen der Langsamkeit hindurchgehen, die unterhalb einer beliebigen Stufe der Geschwindigkeit liegen?

Salv. Ich glaube es, ja ich bin dessen sicher und zwar mit solcher Zuversicht, dafs ich auch Euch darüber völlig vergewissern kann.

Sagr. Wenn ich bei allen unseren heutigen Untersuchungen auch nur diese eine Erkenntnis gewänne, würde ich das als eine bedeutende Errungenschaft betrachten.

Salv. Soweit ich Euch verstanden zu haben glaube, richtet sich Euer Haupteinwurf gegen die Vorstellung, dafs ein Körper durch jene unendlich vielen vorangehenden Stufen der Langsamkeit und noch dazu in kürzester Frist hindurchgehen soll, bis er die nach dieser Frist ihm zukommende Geschwindigkeit erreicht. Darum will ich, bevor ich weiter gehe, dieses Bedenken zu beseitigen suchen, was nicht schwer ist. Ich brauche Euch blofs zu entgegnen, dafs der Körper zwar durch die genannten Stufen hindurchgeht, aber ohne bei diesem Durchgang auf irgend einer Stufe zu verweilen. Da demnach der Durchgang nicht mehr als einen einzigen Augenblick erfordert, aber jede noch so kleine Frist unendlich viele Augenblicke enthält, so werden wir eine genügende Menge von Augenblicken zur Verfügung haben, um den unendlich vielen verschiedenen Stufen der Langsamkeit je einen bestimmten Zeitpunkt zuzuordnen, mag die Frist auch noch so klein sein.

Der vom Ruhestand ausgehende Körper geht durch alle Stufen der Geschwindigkeit hindurch, ohne auf irgend einer zu verweilen.

Sagr. Soweit folge ich; gleichwohl kommt es mir auffällig vor, wenn eine Kanonenkugel, — als solche will ich mir den fallenden Körper vorstellen — die doch mit solchem Ungestüm niederfällt, dafs sie in weniger als zehn Pulsschlägen mehr als zweihundert Ellen[26]) zurücklegt, im Laufe ihrer Bewegung einen so geringen Grad von Geschwindigkeit soll besessen haben, dafs, wenn sie diesen beibehalten und keine weitere Beschleunigung erfahren hätte, sie die Strecke nicht in einem ganzen Tage zurückgelegt haben würde.

Salv. Ihr dürft ruhig sagen, in einem ganzen Jahre nicht, noch auch in zehn oder in tausend Jahren. Ich verbürge mich, Euch davon zu überzeugen, ohne dafs Ihr vielleicht gegen eine der einfachen Fragen Einspruch erhebt, die ich an Euch richten werde. Sagt mir also, ob Ihr ohne weiteres zugebt, dafs jene Kugel beim Fallen immer gröfseren Antrieb und Geschwindigkeit erlangt.

Sagr. Dessen bin ich völlig gewifs.

---

finden würde, wenn der vorher ruhende Körper bei Ankunft des bewegten dieselbe Geschwindigkeit empfinge wie dieser.[25])

Salv. Und wenn ich behaupte, dafs der an irgend einer Stelle erreichte Antrieb der Bewegung gerade grofs genug ist, um die Kugel wieder zu der Höhe zurückzubringen, von der sie ausging, werdet Ihr mir Recht geben?

Sagr. Unbedingt, sobald sie ungehindert ihre volle Kraft für den einen Zweck verwenden kann, um selbst wieder zur früheren Höhe zu gelangen oder um einen anderen ihr gleichen Körper dahin zu bringen.

Der schwere Körper erlangt beim Fall einen Antrieb, der ausreichend ist, um ihn wieder auf dieselbe Höhe zu bringen.

Wäre z. B. die Erde durch den Mittelpunkt hindurch durchbohrt und liefse man die Kugel aus einer Höhe von hundert oder tausend Ellen fallen, so bin ich überzeugt, dafs sie jenseits des Mittelpunktes sich ebenso weit über diesen erhöbe, als sie zuvor gefallen ist. Eben dasselbe ist der Fall, wie der Versuch mich lehrt, bei einem an einem Faden aufgehängten Gewichte. Entfernt man dieses aus der Ruhelage, also der lotrechten Richtung, und überläfst es sich selbst, so fällt es in die lotrechte Lage zurück und überschreitet sie um ebensoviel oder doch nur um soviel weniger, als der Widerstand der Luft und des Fadens oder anderer Nebenumstände dies bewirken. Auch beim Wasser, welches in eine Röhre gegossen ebenso weit steigt, als die Höhe seines Falls betrug, zeigt sich mir das nämliche.[27])

Salv. Euere Schlüsse sind untadelig. Ihr werdet auch sicherlich damit einverstanden sein, dafs die Ursache des erlangten Antriebes die wachsende Entfernung des Körpers vom Ausgangspunkte und die Annäherung an den bei der Bewegung erstrebten Mittelpunkt ist. Werden aber auch zwei gleiche Körper, wenn sie, ohne Widerstand zu finden, längs verschiedener Linien sich abwärts bewegen, dennoch gleiche Antriebe erlangen, die Annäherung an den Mittelpunkt in beiden Fällen als gleich vorausgesetzt? Räumt Ihr das gleichfalls ein?

Sagr. Ich verstehe die Frage nicht recht.

Salv. Ich werde mich besser mit Hilfe einer kleinen Zeichnung verständlich machen. Ich ziehe also diese Linie AB in horizontaler Richtung, errichte im Punkte B die Senkrechte CB und ziehe dann die schiefe Verbindungslinie CA. Wenn ich mir nun unter der Linie CA eine geneigte Ebene von ausgezeichneter Glätte und Härte vorstelle, auf welcher eine vollkommen runde Kugel von härtestem Stoff sich abwärts bewegt; wenn ferner eine zweite derartige Kugel längs der Senkrechten CB in

freiem Falle sich bewegt, so frage ich: Räumt Ihr ein, dafs der Antrieb der Kugel, welche längs der geneigten Ebene fällt, nach Ankunft in A gleich dem Antriebe sein kann, welche die andere im Punkte B erlangt, nachdem sie die lotrechte Strecke CB passiert hat?

Sagr. Ich glaube bestimmt: ja. Denn schliefslich haben sich beide dem Mittelpunkt gleichviel genähert und nach dem, was ich soeben eingeräumt habe, würde der Antrieb einer jeden von beiden genügen, um sich selbst wieder zu gleicher Höhe zu erheben.

Die Antriebe zweier Körper, die sich gleichviel dem Mittelpunkt genähert haben, sind gleich.

Salv. Sagt mir nun noch, wie sich Euerer Ansicht nach die nämliche Kugel verhielte, wenn man sie auf die wagrechte Ebene AB legen würde?

Sagr. Sie würde ruhig liegen bleiben, da die Ebene nach keiner Seite geneigt ist.

Auf der wagrechten Ebene bleibt der Körper ruhig liegen.

Salv. Auf der geneigten Ebene CA hingegen würde sie sich abwärts bewegen, aber langsamer als längs der Senkrechten CB, nicht wahr?

Sagr. Ich habe eben unbedenklich zustimmen wollen, denn dem Anschein nach ist allerdings die senkrechte Bewegung CB notwendig rascher, als die schiefe CA. Wie kann aber dann der auf der schiefen Ebene fallende Körper nach seiner Ankunft im Punkte A ebensogrofsen Antrieb, also auch die nämliche Geschwindigkeit, besitzen, wie der senkrecht herabfallende im Punkte B? Diese Sätze scheinen sich zu widersprechen.[28])

Salv. Umsomehr wird es Euch unrichtig vorkommen, wenn ich behaupte, dafs die Geschwindigkeit des senkrecht und des schief fallenden Körpers genau gleich sind. Und doch ist dies vollkommen richtig, ebenso richtig wie die Behauptung, dafs der Fall längs der Senkrechten rascher erfolgt als längs der schiefen Ebene.

Geschwindigkeit längs der geneigten Ebene gleich der Geschwindigkeit längs der senkrechten, und Bewegung längs der senkrechten geschwinder als längs der geneigten.

Sagr. In meinen Ohren klingt das wie ein schroffer Widerspruch. Was meint Ihr, Signore Simplicio?

Simpl. Auch mir kommt das so vor.

Salv. Ich glaube, Ihr habt mich zum besten und stellt Euch, als ob Ihr nicht verstündet, was Ihr besser versteht als ich. Sagt mir doch, Signore Simplicio, wenn Ihr Euch vorstellt, ein bewegter Körper übertreffe einen anderen an Geschwindigkeit, welchen Begriff verbindet Ihr damit?

Simpl. Ich stelle mir vor, der eine lege in der nämlichen Zeit eine gröfsere Strecke als der andere zurück, oder die gleiche Strecke, aber in kürzerer Zeit.

Salv. Sehr wohl, und was stellt Ihr Euch unter gleichen Geschwindigkeiten zweier Körper vor?

Simpl. Ich stelle mir darunter vor, dafs sie gleiche Strecken in gleichen Zeiten zurücklegen.

Salv. Sonst nichts als das?

Simpl. Es scheint mir dies die richtige Definition gleicher Bewegungen zu sein.

Sagr. Wir können doch noch eine andere aufstellen: es heifsen die Geschwindigkeiten auch dann gleich, wenn die zurückgelegten Wege sich verhalten wie die Zeiten, in welchen sie zurückgelegt worden sind. Diese Definition ist eine allgemeinere.

Geschwindigkeiten heifsen gleich, wenn die zurückgelegten Wege den Zeiten proportional sind.

Salv. So ist es: denn sie umfafst sowohl den Fall, wo gleiche Strecken in gleichen Zeiten, als auch den, wo ungleiche Strecken in ungleichen, aber den Strecken proportionalen Zeiten durchlaufen werden. Nehmt nun dieselbe Figur noch einmal vor und sagt mir sodann, unter Benutzung des Begriffs der rascheren Bewegung, warum Ihr die Geschwindigkeit des längs CB fallenden Körpers für gröfser haltet als die Geschwindigkeit des längs CA fallenden.

Simpl. Ich glaube darum, weil der frei fallende Körper in einer Zeit die ganze Strecke CB zurücklegt, in welcher der andere auf CA eine kleinere Strecke als CB zurücklegt.

Salv. So ist es. Es hat demnach seine Richtigkeit, dafs der Körper schneller in der senkrechten Richtung als in der geneigten sich bewegt. Überlegt nun, ob in dieser nämlichen Figur nicht auch der andere Satz zu seinem Recht gelangen kann, und ob sich nicht erweisen läfst, dafs die Körper auf beiden Linien CA und CB gleiche Geschwindigkeiten besitzen.

Simpl. Ich kann nichts derartiges entdecken: es scheint mir im Gegenteil darin ein Widerspruch mit dem eben Gesagten zu liegen.

Salv. Was meint Ihr, Signore Sagredo? Ich möchte Euch nicht erst lehren, was Ihr schon wifst, und was Ihr mir noch eben ganz richtig definiert habt.

Sagr. Die Definition, die ich angeführt habe, lautete, dafs die Geschwindigkeiten der Körper gleich genannt werden dürfen, wenn die von ihnen zurückgelegten Wege sich verhalten wie die Zeiten, in welchen sie zurückgelegt werden. Soll also diese Definition hier gelten, so müfste die Zeit für das Fallen längs CA zu der Zeit des freien Falls längs CB dasselbe Verhältnis haben, wie die Linie CA selbst zur Linie CB. Nur begreife ich nicht, wie dies möglich ist, sobald die Bewegung längs CB rascher ist als längs CA.

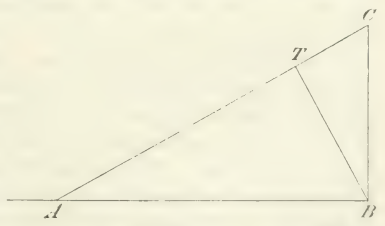
Salv. Und gleichwohl sollt und müfst Ihr es begreifen. Sagt mir doch: findet bei diesen Bewegungen nicht eine fortwährende Beschleunigung statt?

Sagr. Ja; aber eine gröfsere Beschleunigung in der senkrechten als in der schiefen Richtung.

Salv. Ist nun aber jene Beschleunigung in der senkrechten Richtung so grofs im Vergleich zu der in schräger Richtung stattfindenden, dafs, an welcher Stelle auch immer auf den beiden Linien gleiche Stücke angenommen werden, die Bewegung längs des senkrechten Stücks rascher sein mufs als längs des schiefen?

Sagr. O nein. Ich kann vielmehr auf der schrägen Linie eine Strecke annehmen, auf welcher die Geschwindigkeit sehr viel gröfser ist als auf einer anderen ebenso grofsen Strecke der senkrechten Linie. Ich brauche nur die Strecke auf der senkrechten Linie in der Nähe des Endpunktes C, die Strecke auf der schiefen Linie hingegen recht weit davon entfernt anzunehmen.

Salv. Die Behauptung also, die Bewegung längs der Senkrechten sei schneller als längs der schiefen Linie, erweist sich nicht als allgemein richtig, wie Ihr seht. Sie gilt nur bei Bewegungen, die vom Anfangspunkte, also von der Ruhelage, ihren Ausgang nehmen. Ohne diese Klausel wäre die Behauptung dermafsen falsch, dafs ihr Gegenteil ebenso gut wahr sein könnte, nämlich dafs die Bewegung auf der schiefen Ebene schneller ist, als in senkrechter Richtung: denn man kann auf der schiefen Linie eine Strecke annehmen, die in kürzerer Zeit durchlaufen wird, als eine ebenso grofse Strecke auf der Senkrechten. Da also die Bewegung auf der schiefen Ebene an einigen Stellen schneller, an anderen weniger schnell ist als auf der Senkrechten, so wird an gewissen Stellen der schiefen Ebene die Zeit der Bewegung des Körpers zu der Zeit der Bewegung des Körpers an gewissen Stellen der Senkrechten ein gröfseres Verhältnis haben als die entsprechenden zurückgelegten Wege; an anderen Stellen hingegen wird das Verhältnis der Zeiten kleiner sein als das der zugehörigen Wege. Es mögen z. B. von der Ruhelage, also vom Punkte C aus zwei bewegliche Körper sich in Bewegung setzen, der eine längs der Senkrechten CB, der andere längs der schiefen Linie CA. In der Zeit, wo der eine Körper die ganze Strecke CB zurückgelegt hat, wird der andere das kleinere Stück CT zurückgelegt haben. Die Dauer der Bewegung auf CT wird also zur Dauer der Bewegung auf CB — weil diese beiden Zeiten gleich sind — ein gröfseres Ver-



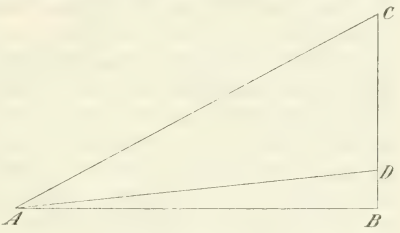
hältnis haben als die Linie CT zu CB, da ein und dieselbe Gröfse zu einer kleineren ein gröfseres Verhältnis hat als zu einer gröfseren.[29]) Wenn man umgekehrt auf der nötigenfalls zu verlängernden Linie CA eine Strecke gleich CB annimmt, die aber in kürzerer Frist passiert wird, so würde die Zeit für Durchmessung der schiefen Strecke zu der für Zurücklegung der senkrechten ein kleineres Verhältnis haben als jene Strecke zu dieser. Da wir uns also auf den beiden Linien Strecken nebst den entsprechenden Geschwindigkeiten denken können derart, dafs die Verhältnisse der Strecken zu einander teils kleiner teils gröfser sind als die Verhältnisse der entsprechenden Zeiten, so können wir wohl vernünftigerweise zugeben, dafs auch Strecken vorhanden sind, auf welchen die zur Bewegung erforderlichen Zeiten dasselbe Verhältnis bewahren wie die Strecken selbst.

Sagr. Mein gröfstes Bedenken ist jetzt gehoben und ich begreife nicht blofs die Möglichkeit, sondern geradezu die Notwendigkeit dessen, was mir vorher ein Widerspruch schien. Ich verstehe aber einstweilen noch nicht, dafs zu diesen möglichen oder notwendigen Fällen der hier vorliegende gehört. Es müfste sich herausstellen, dafs die Fallzeit längs CA zur Zeit des freien Falls längs CB sich ebenso verhält wie die Linie CA zu CB, damit man ohne Widerspruch soll sagen können, die Geschwindigkeiten längs der schiefen Linie CA und längs der senkrechten CB seien gleich.

Salv. Seid einstweilen zufrieden, dafs ich Euch den Unglauben benommen habe; die volle Erkenntnis erwartet ein anderes Mal, wenn Euch die Untersuchungen unseres Akademikers über die räumlichen Bewegungen vorliegen.[30]) Ihr werdet dort bewiesen finden, dafs, wenn der eine Körper die ganze Linie CB durchfallen hat, der andere am Fufspunkte T des von B auf CA gefällten Perpendikels angelangt ist. Um andererseits den Ort des nämlichen senkrecht fallenden Körpers zu finden in dem Augenblicke, wo der andere in A ankommt, errichtet blofs im Punkte A ein Perpendikel auf CA und verlängert es bis zum Schnitt mit CB; dort wird der gesuchte Punkt liegen. Inzwischen werdet Ihr bemerken, dafs es völlig richtig ist, die Bewegung längs CB als rascher zu betrachten wie die längs der schiefen Linie CA — die zu vergleichenden Bewegungen immer vom Ausgangspunkte C an gerechnet — denn die Linie CB ist gröfser als CT, und ebenso ist die Linie von C bis zum Schnitt mit dem im Punkte A auf CA errichteten Perpendikel gröfser als CA: darum ist also die Bewegung auf jener rascher als längs CA. Vergleichen wir aber die über die ganze Linie CA erstreckte Bewegung nicht mit der ganzen gleichzeitig stattfindenden Bewegung längs der verlängerten Senkrechten, sondern

bloſs mit dem schon in kürzerer Zeit zurückgelegten Teile CB, so ist es sehr wohl angängig, daſs der längs CA über T hinaus weiter fallende Körper nach einer solchen Frist in A ankommt, daſs, wie CA zu CB, so auch die eine Zeit zur anderen sich verhält.

Wir wollen nun wieder unser erstes Ziel ins Auge fassen und beweisen, daſs ein schwerer Körper, der von der Ruhelage ausgeht, bei seinem Falle durch alle die Stufen der Langsamkeit hindurchgehen muſs, welche einer später von ihm erreichten Stufe der Geschwindigkeit vorangehen. Wir nehmen dieselbe Figur wiederum vor und erinnern uns, daſs nach beiderseitigem Zugeständnis der senkrecht längs CB fallende Körper und der schief längs CA fallende in den Endpunkten B und A mit gleichen Stufen der Geschwindigkeit eintreffen. Wir gehen nun weiter, und ich glaube, Ihr werdet ohne jedes Bedenken zugeben, daſs auf einer Ebene, die weniger steil ist als AC, etwa auf AD die Abwärtsbewegung noch langsamer als auf der Ebene AC stattfinden wird. Daher lassen sich, wie nicht im mindesten zu bezweifeln ist, Ebenen von so geringer Neigung gegen den Horizont angeben, daſs der bewegte Körper, also die von Anfang an betrachtete Kanonenkugel, erst nach einer vorgegebenen beliebig groſsen Zeit den Weg bis zum Endpunkte A zurücklegen würde. Um nämlich längs BA dorthin zu kommen, reicht auch unendliche Zeit nicht aus, und die Bewegung wird um so langsamer, je geringer die Steilheit ist. Man muſs also unbedingt zugeben, es lasse sich über dem Punkte B ein Punkt in solcher Nähe annehmen, daſs die durch ihn und den Punkt A gelegte Ebene von der Kugel auch nicht in einem Jahre zurückgelegt würde. — Nun müſst Ihr noch folgendes wissen. Der Antrieb, mithin der Grad der Geschwindigkeit, welchen die Kugel bei ihrem Eintreffen im Punkte A erreicht hat, ist eine solche, daſs, wenn sie von nun ab mit diesem Grade von Geschwindigkeit sich weiter bewegte, d. h. ohne eine Beschleunigung oder eine Verzögerung zu erfahren, sie die doppelte Länge dieser Ebene in einer Zeit zurücklegen würde, die gleich ist der auf der schiefen Ebene verbrachten.[30]) Wenn nämlich die Kugel etwa in einer Stunde die Ebene passiert hätte und sodann mit dem im Endpunkte A erreichten Grad von Geschwindigkeit fortführe sich zu bewegen, so würde sie in einer weiteren Stunde eine Strecke zurücklegen gleich



dem doppelten von DA. Nun sind aber, wie wir festgestellt haben, die von den Körpern in B und A erreichten Geschwindigkeitsgrade stets gleich, vorausgesetzt, dafs diese von einem beliebigen auf CB angenommenen Punkte ausgehen und sich abwärts bewegen, der eine längs der schiefen Ebene, der andere längs der Senkrechten. Der senkrecht fallende Körper kann also von einem so nahe bei B gelegenen Punkte ausgehen, dafs die in B erreichte Geschwindigkeitsstufe nicht ausreichend wäre — wenn sie von nun an beibehalten würde — um den Körper über eine Strecke von der doppelten Länge der schiefen Ebene in einem Zeitraume von einem Jahre oder von zehn oder von hundert Jahren zu befördern. Wir können also folgendermafsen schliefsen: wenn wirklich im gewöhnlichen Laufe der Natur ein Körper nach Entfernung aller äufseren und zufälligen Hindernisse sich auf einer schiefen Ebene mit um so gröfserer Langsamkeit bewegt, je geringer die Schiefe ist, so dafs schliefslich die Langsamkeit unendlich grofs wird, sobald nämlich die Schiefe aufhört und die Ebene in eine wagrechte Ebene übergeht, und wenn wirklich die in irgend einem Punkte der schiefen Ebene erreichte Geschwindigkeitsstufe gleich ist der Geschwindigkeitsstufe, die der senkrecht fallende Körper an einer ebenso hochgelegenen Stelle erreicht, so mufs man auch notwendig unserer Behauptung beistimmen, dafs der von der Ruhelage aus fallende Körper durch alle die unendlich vielen Stufen der Langsamkeit hindurchgehen und folglich, um einen bestimmten Grad von Geschwindigkeit zu erlangen, sich zuerst in gerader Linie bewegen mufs[31]) und zwar eine kürzere oder längere Strecke, je nachdem die zu erreichende Geschwindigkeit kleiner oder gröfser sein soll und je nachdem die Ebene, auf der er sich abwärts bewegt, weniger oder mehr geneigt ist. Es läfst sich also auch eine Ebene mit so geringer Neigung angeben, dafs der Körper, um auf ihr den vorgeschriebenen Grad von Geschwindigkeit zu erlangen, längs einer aufserordentlich grofsen Strecke und während einer aufserordentlich langen Zeit sich bewegt haben mufs; auf der wagrechten Ebene wird er also von Natur aus niemals auch nur die geringste Geschwindigkeit erlangen, da er sich auf ihr ja überhaupt nicht bewegen wird. Die Bewegung längs der horizontalen Linie, die keine Schiefe oder Steilheit besitzt, ist aber nichts Anderes als die Kreisbewegung um den Mittelpunkt. Darum wird also die Kreisbewegung niemals ohne vorangehende geradlinige Bewegung zustande kommen; ist sie aber einmal zustande gekommen, so wird sie in Ewigkeit mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortdauern.[32]) Ich könnte Euch diese nämlichen Wahrheiten noch durch andere Erwägungen erläutern und sogar beweisen; aber ich

Die Kreisbewegung kann niemals auf natürliche Weise ohne vorangehende geradlinige Bewegung zustande kommen.

Kreisbewegung ist in Ewigkeit gleichförmig.

möchte nicht so weit von unserem Hauptgegenstande abschweifen und lieber bei einer anderen Gelegenheit darauf zurückkommen, umsomehr als wir jetzt auf dieses Thema nicht gekommen sind zum Zwecke eines strengen Beweises, sondern nur um einen Gedanken Platos[23]) weiter auszuführen. — Ich will daran noch eine eigentümliche Beobachtung unseres Akademikers reihen, die ans Wunderbare grenzt. Stellen wir uns vor, der göttliche Baumeister habe neben anderen Entwürfen den Plan gehegt, im Weltall jene Kugeln zu schaffen, die wir beständig im Kreise sich drehen sehen; er habe den Mittelpunkt ihres Kreislaufs bestimmt und in diesen unbeweglich die Sonne versetzt, habe dann alle die genannten Kugeln am nämlichen Orte verfertigt und ihnen den Trieb eingepflanzt, von hier aus sich abwärts nach dem Mittelpunkte hin zu bewegen, bis sie den Grad von Geschwindigkeit erlangt hätten, der dem göttlichen Geiste gut schien; als sie diesen erlangt, seien sie sodann in Drehung versetzt worden, jeglicher in seinem Kreise die zugewiesene Geschwindigkeit bewahrend. Es fragt sich nun, in welcher Höhe und welcher Entfernung von der Sonne der Ort gewesen ist, wo zu Anfang jene Kugeln geschaffen wurden und ob möglicherweise die Schöpfung von allen an einem Orte stattgefunden hat. Zur Lösung dieser Frage hat man nach den Angaben der sachverständigsten Astronomen die Gröfse der Kreise zu Grunde zu legen, in welchen die Planeten umlaufen, sowie die Dauer dieser Umläufe. Aus diesen beiden gegebenen Gröfsen berechnet man, wievielmal schneller z. B. die Bewegung des Jupiter als die des Saturn ist. Findet man dann, wie es thatsächlich der Fall ist, dafs Jupiter sich schneller bewegt, so mufs, da beide von gleicher Höhe ausgegangen sind, Jupiter tiefer gefallen sein als Saturn, wie es denn bekanntlich auch wirklich sich verhält, da ja seine Bahn innerhalb der Saturnbahn liegt. Geht man aber weiter, so kann man aus dem Verhältnis der Geschwindigkeiten des Jupiter und Saturn, aus dem Abstand ihrer Bahnen und aus dem Mafse der Beschleunigung bei der natürlichen Bewegung, wieder auffinden, in welcher Höhe und Entfernung vom Mittelpunkte ihrer Umdrehungen der Ort sich befunden hat, von dem sie ausgingen. Ist dieser aufgefunden und festgelegt, so fragt es sich, ob bei Mars, wenn er gleichfalls von dort bis zu seiner jetzigen Bahn hinabgestiegen ist, die Gröfse der Bahn und seine Geschwindigkeit mit dem durch Rechnung gefundenen Ergebnis stimmt; ähnlich steht es mit der Erde, mit Venus und mit Merkur, bei welchen die Gröfse der Kreise und die Geschwindigkeiten der Bewegung so nahe mit dem Resultate der Rechnung übereinstimmen, dafs man sich nicht genug darüber wundern kann.

Die Gröfse der Bahnen und die Geschwindigkeit der Planetenbewegung haben dasjenige Verhältnis, welches einer Abwärtsbewegung von gemeinsamem Ausgangspunkt entspricht.

Sagr. Ich bin mit gröfstem Vergnügen diesen Erörterungen gefolgt; wenn ich nicht glaubte, die genaue Ausführung der Rechnungen sei eine weitläufige, mühevolle und vielleicht mein Verständnis übersteigende Sache, so würde ich Euch darum bitten.

Salv. Das Verfahren ist wirklich weitläufig und schwierig, auch bin ich nicht sicher, es so ohne weiteres vortragen zu können; wir wollen die Sache darum auf ein anderes Mal verschieben.

Simpl. *Haltet es, bitte, meiner geringen Übung in den mathematischen Wissenschaften zu gute, wenn ich offen gestehe, dafs Euere Untersuchungen, die sich auf gröfsere oder kleinere Verhältnisse gründen und auf ähnliche für mich nicht hinreichend klar verständliche Begriffe, mir meine Bedenken oder, besser gesagt, meinen Unglauben nicht benommen haben. Es soll notwendigerweise jene schwere Bleikugel von 100 Pfund Gewicht, wenn man sie von der Ruhelage aus fallen läfst, jede noch so hohe Stufe der Langsamkeit passieren, während sie doch augenscheinlich in vier Pulsschlägen mehr als hundert Ellen Wegs zurücklegt: ein Resultat, das meiner Überzeugung nach völlig unverträglich damit ist, dafs sie einmal eine solche Langsamkeit soll besessen haben, wie sie nicht genügen würde, um jene in tausend Jahren auch nur einen halben Zoll weiter zu bringen, wenn nämlich jene Langsamkeit beibehalten würde. Wenn es aber dennoch so ist, möchte ich es auch gerne begreifen können.*

Sagr. *Signore Salviati, als gründlicher Fachmann, meint gar manchmal, die Kunstausdrücke, die ihm selbst sehr geläufig und vertraut sind, müfsten es auch anderen sein, er vergifst daher bisweilen, wenn er zu uns spricht, dafs er mit weniger gelehrten Erörterungen unserer mangelhaften Fassungsgabe entgegen kommen sollte; darum will ich mit seiner Erlaubnis, ohne mich in solche Höhen zu versteigen, versuchen wenigstens teilweise dem Signore Simplicio den Unglauben durch plausible Gründe zu benehmen. Um wieder auf den Fall der Geschützkugel zurückzukommen, sagt mir, bitte, Signore Simplicio, wollt Ihr nicht einräumen, dafs beim Übergang von einem Zustande zu einem anderen der Fortgang zu einem näheren naturgemäfs leichter und bequemer ist als zu einem entfernteren?*

Simpl. *Dies verstehe ich und räume ich ein. Ich zweifle nicht daran, dafs z. B. ein glühendes Stück Eisen beim Erkalten von zehn Grad Wärme eher auf neun Grad sinkt, als von zehn auf sechs.*[33])

Sagr. *Sehr wohl. Sagt mir sodann: wenn jene Kanonenkugel von der Kraft des entzündeten Pulvers senkrecht in die Höhe geschossen wird, bewegt sie sich dann nicht fortwährend mit abnehmender Geschwindigkeit, bis sie den höchsten Punkt erreicht und damit zur Ruhe gelangt? Und soll man nicht vernünftigerweise annehmen, dafs bei der Abnahme der Geschwindigkeit oder, wenn Ihr lieber wollt, bei der Zunahme der Lang-*

samkeit der Übergang von 10 Grad auf 11 eher stattfindet als von 10 auf 12? und von 1000 auf 1001 eher als von 1000 auf 1002? kurz von einem beliebigen Grad eher auf einen benachbarten als auf einen entfernten?

Simpl. *Freilich ist das vernünftig.*

Sagr. *Welche Stufe der Langsamkeit liegt aber irgend welcher Bewegung so ferne, dafs nicht der Zustand der Ruhe, also der unendlicher Langsamkeit, nicht noch weiter ab von ihr läge? Darum darf man nicht in Zweifel ziehen, dafs besagte Kugel, bevor sie schliefslich in den Endzustand der Ruhe gelangt, alle Stufen immer gröfserer Langsamkeit durchmacht, folglich auch eine solche, bei welcher sie in tausend Jahren keinen Zoll weiterrücken würde. Ist dies aber der Fall — und es ist der Fall — so wird es Euch nicht wundern dürfen, wenn bei der Umkehr nach unten dieselbe Kugel vom Zustande der Ruhe aus ihre Geschwindigkeit dadurch wieder erlangt, dafs sie durch die nämlichen Grade der Langsamkeit hindurchgeht, die sie bei der Bewegung nach oben durchgemacht hat, nicht aber dadurch, dafs sie alle anderen höheren Stufen der Langsamkeit*[31]*), die dem Zustande der Ruhe näher liegen, ausläfst und sprungweise zu einer entfernteren übergeht.*

Simpl. *Aus dieser Erklärung bin ich weit eher klug geworden, als aus den früheren mathematischen Spitzfindigkeiten. Signore Salviati mag daher seinen Faden wieder aufnehmen und seine Schlufsfolgerungen fortsetzen.*

Salv. Wir werden also zu unserem ursprünglichen Gegenstande zurückkehren und da wieder anknüpfen, wo wir abgeschweift sind. Wenn ich mich recht erinnere, waren wir dabei, festzustellen, dafs die geradlinige Bewegung unter Voraussetzung einer wohl geordneten Welt nutzlos sein mufs; wir haben weiter hervorgehoben, dafs die Sache bei den kreisförmigen Bewegungen anders liegt: denn die Bewegung des Körpers um sich selbst hält ihn ja stets an derselben Stelle fest, und die Bewegung auf dem Umfange eines Kreises um dessen unverrückt festes Centrum hat keine Aufhebung der Ordnung weder für ihn selber noch für benachbarte Körper im Gefolge. Eine solche Bewegung ist nämlich endlich und begrenzt, und nicht blofs das, es giebt auch keinen Punkt auf dem Umfang des Kreises, der nicht zugleich Anfangs- und Endpunkt der Kreisbewegung wäre; beim Fortgang seiner Bewegung auf dem ihm zugewiesenen Kreise läfst der Körper allen übrigen Raum innerhalb und aufserhalb desselben frei für die Bedürfnisse anderer Körper, ohne ihnen jemals hinderlich oder störend zu werden. Da es sich hier um die Bewegung handelt, die den Körper beständig vom Ziele entfernt und ihn beständig zu ihm hinführt, so

Kreisbewegungen bringen ihrer Endlichkeit u. Begrenztheit wegen die Teile der Welt nicht in Unordnung.

Bei der Kreisbewegung ist jeder Punkt des Umfangs Anfangs- und Endpunkt.

kann zunächst nur sie gleichförmig sein; denn die Beschleunigung der Bewegung entsteht, wenn sich der Körper nach einem erstrebten Ziele hin bewegt und die Verzögerung tritt ein durch die Abneigung sich von jenem Ziele zu trennen und zu entfernen. Da er aber bei der Kreisbewegung sich stets von dem natürlichen Ziele trennt und wieder zu ihm hinbewegt, so sind bei ihm Abneigung und Neigung gleich; aus dieser Gleichheit geht eine weder verzögerte, noch beschleunigte Geschwindigkeit hervor, d. h. eine gleichförmige Bewegung. Aus dieser Gleichförmigkeit und Begrenztheit ergiebt sich die Möglichkeit einer ewigen Fortdauer, indem die Umläufe sich stets wiederholen; auf einer unbegrenzten Linie hingegen und bei einer fortwährend verzögerten oder beschleunigten Bewegung, ist von Natur aus eine solche Fortdauer unmöglich. Ich sage: von Natur aus; denn die verzögerte gradlinige Bewegung ist gewaltsam, kann also nicht von ewiger Dauer sein[35]); die beschleunigte Bewegung hingegen gelangt notwendig einmal ans Ziel, wenn ein solches vorhanden ist; ist aber keines vorhanden, so kann auch keine Bewegung zu stande kommen, weil die Natur niemals dahin treibt, wohin es unmöglich ist zu gelangen. Demgemäfs schliefse ich, dafs nur die Kreisbewegung von Natur aus den das Weltall zusammensetzenden Naturkörpern zukommen kann, sobald diese sich in vollkommener Ordnung befinden; die geradlinige Bewegung hingegen kann höchstens dann von der Natur ihren Körpern und deren Teilen zugewiesen werden, sobald sie sich aufserhalb der ihnen vorgeschriebenen Plätze in verkehrter Anordnung befinden und daher auf dem kürzesten Wege in die natürliche Lage zurückgebracht werden sollen. Danach scheint mir der Schlufs völlig gerechtfertigt, dafs behufs Aufrechterhaltung der vollkommenen Ordnung die beweglichen Teile der Welt notwendig sich kreisförmig bewegen, die etwa nicht kreisförmig bewegten notwendig unbeweglich sein müssen; denn nur die Ruhe und die Kreisbewegung sind geeignet, die Ordnung aufrecht zu erhalten. Auch wundere ich mich sehr, dafs Aristoteles, der doch glaubte, die Erdkugel sei in den Mittelpunkt der Welt gesetzt und verharre dort unbeweglich, die natürlichen Körper nicht eingeteilt hat in von Natur bewegliche und von Natur unbewegliche, zumal da er früher die Natur als Ursache der Bewegung und der Ruhe definiert hat.[36])

Kreisbewegung allein gleichförmig.

Kreisbewegung kann ewig fortdauern.

Geradlinige Bewegung kann von Natur aus nicht ewig sein.

Geradlinige Bewegung hat die Bestimmung, die Naturkörper in vollkommene Ordnung zu bringen, wenn sie aus dieser entfernt wurden.

Blofs Ruhe und Kreisbewegung sind geeignet zur Aufrechterhaltung d. Ordnung.

Simpl. Aristoteles, der trotz seines ungemeinen Scharfsinnes seinen Geist nicht ungebührlich überschätzte, glaubte, dafs die sinnliche Erfahrung vor jeder vom Menschengeiste angestellten Spekulation den Vorzug verdiene[37]) und sagte, diejenigen, welche die Sinneserfahrungen leugneten, seien würdig, dafür mit dem Verlust ihrer Sinne zu büfsen.

Sinnliche Erfahrungen verdienen den Vorzug vor menschlichen Spekulationen.

Wer die Sinneserfahrungen

Wer ist nun so blind, dafs er nicht die Teile der Erde und des Wassers, als schwere Körper sich von Natur abwärts bewegen sähe, d. h. in der Richtung nach dem Mittelpunkte des Weltalls, welcher von der Natur selbst der geradlinigen Bewegung *deorsum* als Ende und Ziel angewiesen ist? wer sähe nicht gleichfalls, dafs das Feuer und die Luft sich gerade nach oben bewegen zu der Wölbung der Mondsphäre hin, dem natürlichen Ziele der Bewegung *sursum*? Wo nun dies so klar am Tage liegt, und wo wir wissen, dafs *eadem est ratio totius et partium*, wie kann man da in Abrede stellen, dafs die Lehre von der natürlichen geradlinigen Bewegung der Erde *ad medium* und des Feuers *a medio* eine offenbar richtige Behauptung sei?

leugnet, ist wert der Sinne verlustig zu gehen.

Die Sinneserfahrung zeigt, dafs das Schwere sich nach der Mitte, d. Leichte nach der Wölbung der Mondsphäre bewegt.

Salv. Vermöge des von Euch Bemerkten könntet Ihr allerhöchstens auf das Zugeständnis Anspruch erheben, dafs, gerade wie die Teile der Erde nach ihrer Trennung vom Ganzen, d. h. nach ihrer Entfernung von der ihnen gebührenden Stelle, mit anderen Worten nach Aufhebung und Störung der natürlichen Ordnung, freiwillig von Natur aus zu ihr auf geradem Wege zurückkehren, so auch die Annahme gerechtfertigt sei — vorausgesetzt, dafs *eadem est ratio totius et partium* — es werde die Erdkugel in ihre natürliche Lage in geradliniger Bewegung zurückkehren, sobald sie daraus gewaltsam entfernt würde. Dies, wie gesagt, wäre das Einzige, was man Euch einräumen könnte, wenn man Euch sehr entgegenkommen wollte. Wollte man aber strengere Kontrolle üben, so könnte man erstens in Abrede stellen, dafs die Teile der Erde nach ihrer Trennung vom Ganzen zu diesem in geradliniger Bewegung zurückkehren und nicht etwa in kreisförmiger oder in gemischter; es sollte Euch schwer genug fallen, das Gegenteil zu beweisen, wie Ihr deutlich aus den Erwiderungen auf die von Aristoteles und Ptolemäus angeführten speciellen Gründe und Erfahrungen ersehen werdet.[58]) Wenn zweitens jemand behaupten wollte, dafs die Teile der Erde sich nicht bewegen, um sich nach dem Mittelpunkte der Welt zu begeben, sondern um sich mit dem Ganzen zu vereinigen, zu dem sie gehören, dafs sie also den Trieb nach dem Mittelpunkte der Erde haben, welchem einmütigen Trieb zufolge sie deren Bildung und Erhaltung überhaupt erst ermöglichen: wo wolltet Ihr da ein anderes Ganzes und einen anderen Mittelpunkt auftreiben, nach welchen die gesamte Erdkugel bei einer etwaigen Störung ihrer Lage zurückkehren sollte, damit das Verhalten des Ganzen mit dem seiner Teile übereinstimme? Nehmt hinzu, dafs weder Aristoteles noch Ihr jemals beweisen werdet, die Erde befinde sich *de facto* im Mittelpunkte des Weltalls; wenn man vielmehr dem Weltall überhaupt einen Mittelpunkt zuschreiben kann, so liefse sich eher die Sonne als

Ob die fallenden schweren Körper eine gerade Linie beschreiben, ist zweifelhaft.

Die Erde ist kugelförmig infolge des Zusammenstrebens der Teile nach d. Mittelpunkte hin.

Die Sonne steht mit gröfserer Wahrscheinlich-

keit im Mittelpunkte der Welt als die Erde.

solcher betrachten, wie Ihr im Verfolg unserer Erörterungen ersehen werdet.

Wie nun aus dem übereinstimmenden Streben aller Teile der Erde zum Ganzen sich ergiebt, dafs diese von allen Seiten mit gleichem Triebe zu ihr hineilen und, um sich so eng als möglich mit ihr zu vereinigen, sich ihr kugelförmig anlagern, warum sollen wir nicht annehmen, dafs der Mond, die Sonne und die anderen Weltkörper gleichfalls nur wegen des übereinstimmenden Triebes und des natürlichen Zusammenstrebens aller sie zusammensetzenden Teile von runder Gestalt sind? Wenn irgend einmal durch irgendwelche Gewalt ein Teil von seinem Ganzen losgerissen würde, wäre es nicht vernünftig anzunehmen, dafs er von selbst durch natürlichen Trieb dahin zurückkehrte? und in diesem Sinne zu behaupten, dafs die geradlinige Bewegung allen Weltkörpern zukommt?[22])

Natürlicher Trieb der Teile eines jeden Weltkörpers nach dessen Mittelpunkt hin sich zu begeben.

Simpl. Sicherlich werdet Ihr niemals überzeugt oder von irgend einer vorgefafsten Meinung abgebracht werden können, da Ihr die Axiome der Wissenschaften nicht nur, sondern sogar handgreifliche Erfahrungen und die Sinneswahrnehmungen selber leugnen wollt. Nicht sowohl vermöge Euerer Beweise werde ich meinen Widerstand aufgeben, als vielmehr weil *contra negantes principia non est disputandum.*[39]) Um auf das soeben von Euch Vorgebrachte einzugehen, so frage ich Euch — da Ihr gar in Zweifel zieht, ob die Bewegung der schweren Körper geradlinig sei oder nicht — wie könnt Ihr vernünftigerweise leugnen, dafs die Teile der Erde, d. h. die allerschwersten Stoffe, sich abwärts gegen den Mittelpunkt hin in gerader Linie bewegen. Wenn Ihr solche von einem sehr hohen Turme, dessen Wände genau eben und senkrecht gebaut sind, herabfallen lafst, so streichen sie doch dicht an diesen Wänden hin und treffen aufs Haar in demselben Punkt auf die Erde, wo sich der Fufspunkt eines Bleilotes befinden würde, welches genau an der Stelle oben befestigt ist, von wo aus man den Stein fallen liefs? Ist das nicht ein mehr als evidenter Beweis, dafs solche Bewegung geradlinig und gegen den Mittelpunkt hin gerichtet ist? Ferner zieht Ihr in Zweifel, dafs die Teile der Erde sich deshalb bewegen, um, wie Aristoteles behauptet, nach dem Mittelpunkte der Welt zu gelangen: als hätte er es nicht mit triftigen Gründen durch die Lehre von den entgegengesetzten Bewegungen bewiesen, indem er in folgender Weise argumentiert.[40]) Die Bewegung der schweren Körper ist der der leichten entgegengesetzt; die Bewegung der leichten findet aber, wie man sieht, geradewegs nach oben statt, d. h. nach dem Umfange der Welt zu, also ist die Bewegung der schweren gerade nach dem Mittelpunkte der Welt ge-

Geradlinige Bewegung schwerer Körper durch die Sinne wahrgenommen.

Aristotelischer Beweis dafür, dafs die schweren Körper sich bewegen, um nach dem Mittelpunkte des Weltalls zu gelangen.

richtet; und *per accidens*[41]) geschieht es, dafs sie nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtet ist, da dieser thatsächlich mit jenem zusammenfällt. Dann aber gar untersuchen zu wollen, wie ein Teil des Mond- oder Sonnenballs sich verhielte, wenn er von dem ganzen Balle losgelöst würde, ist ein eiteles Unternehmen; denn das heifst doch die Folgen einer unmöglichen Annahme untersuchen. Sind ja doch, wie Aristoteles gleichfalls beweist, die Himmelskörper unveränderlich, undurchdringlich, unzerbrechlich, so dafs Euere Annahme sich nicht verwirklichen kann. Geschähe es aber dennoch, und der losgerissene Teil kehrte zum Ganzen zurück, so würde er es nicht, insofern er schwer oder leicht ist, thun; denn wiederum beweist Aristoteles, dafs die Himmelskörper weder schwer noch leicht sind.

Die schweren Körper bewegen sich per accidens nach dem Erdmittelpunkte.

Die Folgen einer unmöglichen Annahme zu untersuchen ist ein eiteles Unternehmen.

Himmelskörper nach Aristoteles weder schwer noch leicht.

Salv. Wie begründet mein Zweifel ist, ob die schweren Körper sich in gerader oder senkrechter Richtung bewegen, sollt Ihr, wie gesagt, schon merken, wenn ich diesen besonderen Gegenstand einer Prüfung unterziehen werde. Betreffs des zweiten Punktes wundere ich mich, dafs Euch noch erst der Fehlschlufs des Aristoteles nachgewiesen werden soll, der doch so klar zu Tage liegt, und dafs Ihr nicht seht, wie Aristoteles schon voraussetzt, was erst ermittelt werden soll. Merkt also auf.

Simpl. Thut mir die Liebe, Signore Salviati, und sprecht mit gröfserer Achtung von Aristoteles. Wen wolltet Ihr jemals glauben machen, dafs er, der erste, einzige, nicht genug zu bewundernde Erforscher der syllogistischen Figuren, des Beweises, der Widerlegung, der Methoden die Trug- und Fehlschlüsse aufzudecken, kurzum der Vater der Logik, einen solchen Denkfehler soll begangen haben, dafs er das als bekannt voraussetzte, was erst zu ermitteln ist?[42]) Meine Herren, man mufs ihn vorher recht verstehen, und dann erst versuchen, gegen ihn anzukämpfen.

Aristoteles kann keinen Denkfehler machen, da er der Erfinder der Logik ist.

Salv. Signore Simplicio, wir pflegen hier vertrauliche Erörterungen, um gewissen Wahrheiten auf die Spur zu kommen. Ich werde es niemals übel nehmen, wenn Ihr meine Irrtümer aufdeckt; wenn ich den Sinn des Aristoteles nicht gefafst habe, so rückt mir das freimütig vor, ich werde Euch dankbar dafür sein. Vergönnt mir dagegen, meine Bedenken auseinanderzusetzen und auch Einiges auf Euere letzten Worte zu erwidern. Die Logik ist, wie Ihr sehr wohl wifst, das Instrument der Philosophie. Aber wie jemand ein vortrefflicher Instrumentenmacher sein kann, ohne die Instrumente spielen zu können, so kann man ein grofser Logiker sein, ohne genügende Fertigkeit in Anwendung der Logik zu besitzen: gerade wie es viele giebt, die die Regeln der Poetik Euch an den Fingern herzählen können, während es ihnen nicht gelingt, auch nur vier Verse zusammenzubringen. Andere kennen

alle Vorschriften Leonardo da Vincis[43]) und kämen in Verlegenheit, wenn sie einen Schemel abmalen sollten. Ein Instrument zu spielen lernt man eben nicht von dem, der es zu bauen, sondern von dem, der es zu spielen versteht; die Dichtkunst erlernt man durch die beständige Lektüre der Dichter; die Fähigkeit zu malen erlangt man durch fleifsiges Zeichnen und Malen; und so lernt man das Beweisen aus der Lektüre der Bücher, die zahlreiche Beweise enthalten, also aus den mathematischen, nicht aber aus den logischen. — Um nun zu unserem Gegenstande zurückzukehren, so behaupte ich: was Aristoteles bei der Bewegung der leichten Körper wahrnimmt, besteht darin, dafs das Feuer von einem beliebigen Punkte der Erdoberfläche aus in gerader Linie von dieser sich entfernt und in die Höhe steigt, dies heifst eigentlich sich gegen eine gröfsere Kugeloberfläche als die der Erde hin bewegt, wie ja Aristoteles selbst es sich zu der Wölbung der Mondsphäre hinbewegen läfst. Dafs nun aber diese Kugelfläche mit dem Umfange der Welt zusammenfalle oder mit ihm konzentrisch sei, mithin die Bewegung nach jener auch eine Bewegung nach dem Umfange der Welt sei, läfst sich nicht behaupten, wenn man nicht schon voraussetzt, der Mittelpunkt der Erde, von dem das aufsteigende Leichte sich entfernt, sei gleichzeitig auch der Mittelpunkt der Welt. Dies aber heifst doch, der Erdball stehe im Mittelpunkte und dies ist es doch, was wir bezweifeln und was Aristoteles zu beweisen beabsichtigt. Und das sollte nicht ein offenbarer Fehlschlufs sein?

Fehlschlufs des Aristoteles bei dem Beweise, dafs die Erde im Mittelpunkte des Weltalls steht.

Sagr. Dieser Beweisgrund des Aristoteles ist mir noch aus anderem Betracht mangelhaft und nicht zwingend erschienen, selbst wenn man ihm zugäbe, dafs jene Kugelfläche, nach der das Feuer sich geradewegs begiebt, dieselbe ist, welche die Welt einschliefst. Denn betrachtet man innerhalb eines Kreises einen beliebigen vom Mittelpunkt verschiedenen Punkt, so wird jeder bewegliche Körper, der sich von diesem nach beliebiger Richtung in gerader Linie bewegt, sich ohne jeden Zweifel nach dem Umfange begeben und bei fortgesetzter Bewegung auch dahin gelangen, so dafs man mit vollem Rechte sagen kann, er bewege sich nach dem Umfange hin. Aber daraus darf man keineswegs schliefsen, dafs eine längs dieser Linien stattfindende Bewegung in entgegengesetzter Richtung nach dem Mittelpunkte gerichtet sei, wenn nicht der angenommene Punkt selbst das Zentrum ist oder die Bewegung blofs längs der Verbindungslinie des angenommenen Punktes mit dem Zentrum stattfindet. Wenn man daher sagt: das Feuer bewegt sich geradewegs nach dem Umfange der Welt, also bewegen sich die Teile der Erde, welche die genau entgegengesetzte Richtung einschlagen, nach dem Mittelpunkte der Welt, so ist dieser Schlufs nur

Der Fehlschlufs des Aristoteles nach anderer Richtung hin aufgedeckt.

gültig unter der Voraussetzung, dafs die Verlängerung der vom Feuer eingeschlagenen Wege durch den Weltmittelpunkt geht. Da wir aber andererseits sicher wissen, dafs sie durch den Mittelpunkt der Erde führen — denn sie stehen senkrecht und nicht schief zur Erdoberfläche — so mufs man zur Rechtfertigung des Schlusses die Identität des Erd- und Weltmittelpunktes voraussetzen oder zum mindesten annehmen, dafs die Teile der Erde und des Feuers nur längs einer einzigen, durch den Mittelpunkt der Welt führenden Linie auf- und absteigen. Dies ist aber falsch und widerstreitet der Erfahrung, welche uns im Gegenteile lehrt, dafs die Teile des Feuers nicht nur längs einer Linie, sondern längs der unendlich vielen, vom Erdzentrum nach beliebiger Richtung gezogenen Linien aufsteigen, welche alle senkrecht auf der Erdoberfläche stehen.

Salv. Ihr, Signore Sagredo, bringt auf sehr sinnreiche Weise den Aristoteles in dieselbe Verlegenheit, indem Ihr sein offenbares Mifsverständnis nachweist; Ihr macht aber noch auf einen weiteren Übelstand aufmerksam. Wir sehen, dafs die Erde kugelförmig ist und sind darum von der Existenz ihres Mittelpunktes überzeugt; nach ihm hin sehen wir alle ihre Teile eilen, wie daraus folgt, dafs deren Bewegungen stets senkrecht auf der Erdoberfläche stehen; wir begreifen, dafs sie bei der Bewegung nach dem Erdmittelpunkte ihrem Ganzen, ihrer gemeinsamen Mutter entgegeneilen. Nun sollten wir uns so gutwillig einreden lassen, ihr natürlicher Trieb führe sie nicht nach dem Mittelpunkt der Erde, sondern nach dem des Weltalls, von dem wir nicht wissen, wo und ob er überhaupt existiert?[44]) oder gesetzt auch, er existiere, so ist er nur ein gedachter Punkt, ein Nichts ohne irgend welche Wirkungsfähigkeit. — Wenn dann Signore Simplicio zuletzt sagte, es sei nichtig zu behaupten, die Teile der Sonne oder des Mondes oder eines anderen Himmelskörpers kehrten nach ihrer gewaltsamen Loslösung zu dem Ganzen zurück, dem sie angehören; der Fall sei nämlich unmöglich, da, wie Aristoteles beweise, die Himmelskörper unveränderlich, undurchdringlich, unteilbar seien, so mufs ich darauf erwidern: keine der Eigenschaften, durch welche Aristoteles die Himmelskörper sich von den elementaren unterscheiden läfst, ruhen auf einem anderen Grunde, als auf den Schlüssen aus der Verschiedenartigkeit der Ortsveränderungen bei diesen oder jenen. Bestreitet man also, dafs die Kreisbewegung ausschliefslich den Himmelskörpern zukomme und schreibt sie allen beweglichen Naturkörpern zu, so mufs man folgerichtig auch die Attribute des Erzeugbaren und Unerzeugbaren, des Veränderlichen oder Unveränderlichen, des Teilbaren oder Unteilbaren in gleicher Weise allen Weltkörpern gemeinschaftlich ab- oder

Beweis, dafs es gerechtfertigter ist zu behaupten, die schweren Körper streben nach dem Mittelpunkte der Erde als nach dem des Weltalls.

Die unterscheidenden Merkmale der himmlischen und irdischen Körper sind bedingt durch die ihnen von Aristoteles zugeschriebenen Bewegungen.

zusprechen, den himmlischen also ebenso gut wie den elementaren; es sei denn, dafs Aristoteles fälschlich und irrtümlich die den Himmelskörpern beigelegten Attribute aus der Kreisbewegung abgeleitet habe.

Simpl. Diese philosophische Methode führt zur Untergrabung aller Naturphilosophie, zur Verwirrung und Erschütterung von Himmel, Erde und Weltall. Ich glaube, die Zuverlässigkeit der Grundlagen der peripatetischen Philosophie läfst die Besorgnis nicht aufkommen, dafs nach deren Sturz ein neuer Aufbau der Wissenschaften möglich sei.[15])

Salv. Seid doch nicht bange um Himmel und Erde und fürchtet ihren Untergang so wenig wie den der Philosophie. Denn was den Himmel betrifft, so ist die Furcht für ihn, den Ihr selber für unveränderlich und unbeeinflufsbar haltet, doch unbegründet: was aber die Erde betrifft, so ist es eine Veredelung und Vervollkommnung, wenn wir versuchen, sie als ähnlich den Himmelskörpern hinzustellen, sie gewissermafsen an den Himmel zu versetzen, von dem Euere Philosophen sie verbannt haben. Die Philosophie selber kann von unseren Erörterungen nur Vorteil haben: denn sind unsere Ansichten richtig, so dient das zur Bereicherung der Philosophie; sind sie irrig, so werden durch ihre Widerlegung die früheren Lehren umsomehr befestigt. Seid lieber bange um gewisse Philosophen und sucht ihnen zu helfen, sie zu stützen: denn die Wissenschaft selber kann nur Fortschritte machen. Um zu unserem Gegenstande zurückzukehren, so bringt freimütig vor, was Euch zur Verteidigung der aristotelischen Lehre von der Verschiedenheit der himmlischen und irdischen Substanz erinnerlich ist: der Lehre, dafs jene unerzeugbar, unzerstörbar, unveränderlich sei, diese hingegen erzeugbar, zerstörbar, veränderlich.

Die Philosophie kann durch die Erörterungen und Einsprüche der Philosophen nur gewinnen.

Simpl. Einstweilen sehe ich noch nicht, dafs Aristoteles des Beistandes bedarf, da er unerschüttert und fest seinen Standpunkt behauptet, ja nicht einmal von Euch angegriffen, geschweige denn zu Boden geworfen ist. Wogegen soll bei diesem ersten Angriff Euer Hieb sich richten? Aristoteles schreibt:[16]) Alles Entstehen kommt zustande durch einen Gegensatz an irgendwelchem Subjekte, und ebenso alles Vergehen in einem Subjekte durch den Übergang von einem Gegensatz zum anderen, so dafs ein Entstehen und Vergehen, merkt wohl auf, nur bei vorhandenen Gegensätzen stattfindet. Entgegengesetzte Dinge aber müssen entgegengesetzte Bewegungen haben. Da sich also zu einem Himmelskörper nichts Entgegengesetztes nachweisen läfst — denn der Kreisbewegung ist keine andere Bewegung entgegengesetzt — so hat die Natur es vortrefflich eingerichtet, dafs sie das Unerzeugbare und Unzerstörbare den Gegensätzen entrückte. Ist nun diese erste Grundlage geschaffen, so folgt daraus

Erwägung des Aristoteles, um die Unzerstörbarkeit des Himmels zu erweisen.

Entstehen und Vergehen finden nach Aristoteles nur bei vorhandenen Gegensätzen statt.

Der Kreisbewegung ist keine andere Bewegung entgegengesetzt.

mit Leichtigkeit, dafs es unvermehrbar, unveränderlich, unbeeinflufsbar und endlich ewig sei und der angemessene Aufenthaltsort der unsterblichen Götter, in Übereinstimmung mit der Meinung der gesamten Menschheit, soweit sie die Vorstellung von Göttern besitzt. Er bestätigt sodann das nämliche auch mittels der Sinneswahrnehmung, da, soweit menschliche Überlieferungen und Erinnerungen reichen, zu keiner Zeit sich irgend etwas rücksichtlich der oberen Himmelsregionen im ganzen, noch auch rücksichtlich irgend eines dazu gehörigen Teiles verändert hat. Dafs sodann der Kreisbewegung keine andere entgegengesetzt sei, beweist Aristoteles auf vielerlei Weisen. Um sie aber nicht alle zu wiederholen, will ich nur den einen offenkundigen Beweis anführen: Da es nur drei einfache Bewegungen giebt, nach der Mitte, von der Mitte und um die Mitte, von denen die beiden geradlinigen *sursum et deorsum* augenscheinlich einander entgegengesetzt sind, und da zu einem Begriffe nur ein Gegensatz existiert, so bleibt demnach keine sonstige Bewegung übrig, die der Kreisbewegung entgegengesetzt sein könnte. Dies ist das höchst scharfsinnige und überzeugende Beweisverfahren des Aristoteles, durch welches die Unvergänglichkeit des Himmels dargethan wird.

Der Himmel die Wohnung für die unsterblichen Götter.

Unveränderlichkeit des Himmels von den Sinnen wahrgenommen.

Beweis, dafs der Kreisbewegung keine andere Bewegung entgegengesetzt ist.

Salv. Das ist nichts weiter als die von mir schon angedeutete Schlufskette des Aristoteles, bei welcher das Ergebnis in nichts zusammenfällt, sobald ich bestreite, dafs die den Himmelskörpern zugeschriebene Bewegung nicht auch der Erde zukomme. Daraus aber — gesetzt, der übrige Teil Euerer Erörterung sei einwandsfrei — folgt eine der drei Möglichkeiten, die ich vor einer Weile aufgestellt habe und nochmals anführen will: dafs nämlich entweder die Erde gleichfalls unerzeugbar und unvergänglich sei wie die Himmelskörper, oder dafs die Himmelskörper, ebenso wie die elementaren, erzeugbar und veränderlich seien, oder dafs die Verschiedenheit der Bewegungen nichts mit dem Entstehen und Vergehen zu thun habe. Der Beweis des Aristoteles und der Euere enthält viele, nicht ohne weiteres zulässige Behauptungen; um ihn besser prüfen zu können, wird es gut sein, ihn auf eine möglichst gedrungene und deutliche Form zu bringen. Ich bitte Signore Sagredo um Entschuldigung, wenn es ihn etwa langweilt, immer wieder dieselben Dinge wiederholen zu hören; er mag sich denken, er höre die Argumente der Gegner bei öffentlichen Disputationen. Ihr sagt: ein Entstehen und Vergehen findet nur statt, wo Gegensätze vorhanden sind; Gegensätze sind nur vorhanden bei den einfachen Naturkörpern, welche entgegengesetzter Bewegungen fähig sind; entgegengesetzte Bewegungen sind blofs solche, welche längs gerader Linien zwischen entgegengesetzten Endpunkten statt-

finden; deren giebt es aber blofs zweie, von der Mitte und nach der Mitte: nun werden solche Bewegungen von keinen andern Naturkörpern ausgeführt, als von der Erde, dem Feuer und den beiden anderen Elementen; also findet ein Entstehen und Vergehen nur bei den Elementen statt. Da hingegen die dritte einfache Bewegungsart, nämlich die kreisförmige um die Mitte, keinen Gegensatz hat — die beiden anderen sind nämlich wechselseitig entgegengesetzt, ein einzelnes aber hat keinen Gegensatz — darum fehlt es an einem Gegensatze zu dem Naturkörper, dem diese Bewegungsart zukommt; hat er aber keinen Gegensatz, so erweist er sich als unerzeugbar und unzerstörbar. Eine derartige Bewegung kommt aber nur den Himmelskörpern zu, also sind blofs diese unerzeugbar und unzerstörbar. — Nun scheint es mir zunächst sehr viel leichter, sich zu vergewissern, ob die Erde, ein so grofser und ihrer Nähe wegen uns so leicht zugänglicher Körper, eine so bedeutende Bewegung besitzt, wie es die Drehung um sich selbst innerhalb vierundzwanzig Stunden wäre, als zu begreifen und festzustellen, ob das Entstehen und Vergehen durch vorhandene Gegensätze bedingt sei und ob es überhaupt in der Natur ein Entstehen und Vergehen und Entgegengesetztes giebt. Wenn Ihr, Signore Simplicio, mir anzugeben wifst, wie die Natur bei der Erzeugung der Hunderttausende von Fliegen aus ein wenig Mostdunst zu Werke geht[47]), wenn Ihr mir nachweist, welches dabei die Gegensätze sind, was vergeht und wie es vergeht, so würde meine ohnehin so grofse Hochachtung vor Euch noch steigen, denn ich begreife von alle dem nichts. Und wie gerne würde ich erfahren, inwiefern und weswegen die zerstörenden Gegensätze so freundlich gegen die Krähe, so unerbittlich gegen die Taube, so duldsam gegenüber dem Hirsch, so ungestüm bei dem Pferd sind, so dafs sie jene mehr Jahre am Leben, mithin unzerstört lassen, als diese Wochen. Die Pfirsich- und die Olivenbäume wurzeln doch in demselben Erdreich, sind derselben Kälte und derselben Hitze ausgesetzt, denselben Regengüssen und Winden, kurzum denselben Gegensätzen: und doch werden jene in kurzer Zeit zerstört und diese leben viele Hunderte von Jahren. Überdies habe ich niemals — ich spreche nur von Dingen, die innerhalb des Bereichs der Natur liegen[48]) — eine Umwandlung der Substanzen in einander begreifen können, vermöge welcher ein Stoff derartig verwandelt wird, dafs er notwendig als völlig vernichtet zu gelten habe, ohne irgend ein Spur seines früheren Wesens zu hinterlassen, und dafs ein völlig verschiedener Körper aus ihm hervorgegangen sein sollte. Wenn ein Körper mir jetzt diesen Anblick gewährt und ein wenig später einen anderen sehr verschiedenen, so halte ich es für nicht unmöglich, dafs dies durch eine blofse

Es ist leichter festzustellen, ob die Erde sich bewegt, als ob die Zerstörung durch vorhandene Gegensätze bedingt ist.

Veränderung in der Anordnung der Teile geschieht, ohne dafs etwas vernichtet oder etwas Neues erzeugt würde; solche Verwandlungen sind ja etwas ganz Alltägliches. Darum wiederhole ich nochmals: da Ihr mich überzeugen wollt, die Erde könne sich nicht kreisförmig bewegen infolge ihrer Zerstörbarkeit und Erzeugbarkeit, so werdet Ihr viel mehr Arbeit haben als ich, der ich Euch mit allerdings schwierigeren Beweisgründen, aber mit nicht minder triftigen, das Gegenteil beweisen werde.

Einfache Umlagerung der Teile eines Körpers kann ihm sehr verschiedenartiges Aussehen verleihen.

Sagr. Signore Salviati, verzeiht mir, wenn ich Euere Erörterung unterbreche, die mir zwar aufserordentlich gefällt, weil auch ich in diese Zweifel verstrickt bin, die uns aber schwerlich zu einem Ziele führen wird, wenn wir nicht ganz und gar unseren Hauptgegenstand fallen lassen wollen. Könnten wir daher unseren ursprünglichen Gegenstand weiterführen, so würde ich es für zweckmäfsig halten, die Frage des Entstehens und Vergehens ein anderes Mal einer besonderen und eingehenden Prüfung zu unterwerfen, und, wenn es Euch und Signore Simplicio genehm ist, wollen wir es auch mit den anderen speciellen Fragen so halten, die im Laufe unserer Überlegungen auftauchen. Ich will mir diese sorgfältig merken, um sie künftig einmal zur Sprache zu bringen und sie gründlich zu untersuchen. Was nun den vorliegenden Fall anlangt, so sagt Ihr ja, wenn man dem Aristoteles bestreite, dafs im Gegensatze zu den anderen Himmelskörpern die Erde der kreisförmigen Bewegung unteilhaftig sei, dafs dann das Verhalten der Erde bezüglich des Entstehens, der Veränderungen u. s. w. auch auf die Himmelskörper auszudehnen sei. Wir können also dahin gestellt sein lassen, ob ein Entstehen und Vergehen in der Natur thatsächlich vorkomme und wollen zu ergründen versuchen, was die Erde thut.

Simpl. Ich kann unmöglich ohne Widerspruch mit anhören, wenn das Vorhandensein von Entstehung und Vernichtung in der Natur in Zweifel gezogen wird, von Dingen, die wir fortwährend vor Augen haben und über die Aristoteles zwei ganze Bücher geschrieben hat.[49]) Wenn man freilich die Axiome der Wissenschaften bestreiten und die offenkundigsten Thatsachen in Zweifel ziehen will, so kann man — wer wüfste das nicht? — alles beweisen, was man will, und jeden beliebigen Unsinn verteidigen. Und wenn Ihr nicht Tag aus, Tag ein Kräuter, Bäume und Tiere entstehen und vergehen seht, so weifs ich nicht, was Ihr seht. Seht Ihr denn nicht, wie fortwährend die Gegensätze mit einander ringen, wie die Erde sich in Wasser verwandelt, das Wasser zu Luft wird, die Luft in Feuer übergeht und wie wiederum die Luft sich verdichtet zu Nebeln, Regen, Hagel und Gewitter?

Wenn man die Axiome bestreitet, läfst sich jede widersinnige Behauptung verteidigen.

Sagr. Ja, gewifs sehen wir alles das und darum wollen wir der

aristotelischen Untersuchung in diesem Punkte, nämlich dem Bedingtsein von Entstehen und Vergehen durch die Gegensätze, beipflichten. Wenn ich Euch aber auf Grund eben dieser dem Aristoteles zugestandenen Prämissen beweisen werde, dafs die Himmelskörper ihrerseits, ebenso gut wie die elementaren, gleichfalls erzeugbar und zerstörbar sind, was werdet Ihr dann sagen?

Simpl. Dann werde ich sagen, dafs Ihr das Unmögliche möglich gemacht habt.

Sagr. Sagt mir doch, Signore Simplicio: sind nicht jene Eigenschaften einander entgegengesetzt?

Simpl. Welche?

Sagr. Ich meine: veränderlich, unveränderlich, beeinflufsbar, unbeeinflufsbar, zerstörbar, unzerstörbar?

Simpl. So entgegengesetzt, wie möglich.

Sagr. Wenn dies der Fall ist und wenn es aufserdem richtig ist, dafs die Himmelskörper unerzeugbar und unzerstörbar sind, so beweise ich Euch mit zwingenden Gründen, dafs die Himmelskörper erzeugbar und zerstörbar sind.

Simpl. Das kann nur durch einen Sophismus geschehen.

Sagr. Hört den Beweis mit an, dann mögt Ihr ihm einen Namen geben und ihn widerlegen. Zu den Himmelskörpern, da sie unerzeugbar und unzerstörbar sind, existieren in der Natur Gegensätze, nämlich die erzeugbaren und zerstörbaren Körper. Wo aber ein Gegensatz vorhanden ist, giebt es ein Entstehen und Vergehen. Also sind die Himmelskörper erzeugbar und zerstörbar.

Himmelskörper erzeugbar und zerstörbar, weil sie unerzeugbar und unzerstörbar sind.

Simpl. Sagte ich Euch nicht, dafs Euer Beweis nur auf einem Sophismus beruhen könne? Es ist das einer jener Scheinbeweise, die man sonst wohl Sorites nennt, wie der vom Kreter.[50]) Ein Kreter sagte, alle Kreter seien Lügner; daher mufste er, da er selbst ein Kreter war, eine Lüge gesagt haben, als er sagte, die Kreter seien Lügner; also müssen die Kreter die Wahrheit sagen; folglich mufste er, als Kreter, die Wahrheit gesagt haben; daher war sein Ausspruch, dafs die Kreter Lügner seien, die Wahrheit; und da er, als Kreter, von diesem Ausspruch mitbetroffen war, so mufste er ein Lügner sein. So könnte man in Ewigkeit mittels dieser Art von Trugschlüssen weiter sich im Kreise drehen, ohne jemals zum Ziele zu gelangen.

Scheinbeweis, sonst Sorites genannt.

Sagr. Bis jetzt habt Ihr der Sache nur einen Namen gegeben; es erübrigt noch, den Trugschlufs zu widerlegen, indem Ihr den Fehler nachweist.

Simpl. Was die Widerlegung und den Nachweis der Fehlerhaftigkeit betrifft, merkt Ihr denn nicht erstens den offenkundigen Wider-

spruch: die Himmelskörper sind unerzeugbar und unzerstörbar, also sind die Himmelskörper erzeugbar und zerstörbar? Sodann hat der Gegensatz nicht unter den Himmelskörpern seinen Sitz, sondern unter den Elementen, welchen die Gegensätze der Bewegungen nach oben und nach unten, sowie die Gegensätze des Leichten und Schweren zukommen. Der Himmel hingegen, welcher sich kreisförmig bewegt, also in einer Weise, zu der kein Gegensatz vorhanden ist, entbehrt des Gegensatzes und ist also unzerstörbar.

Unter den Himmelskörpern herrschen keine Gegensätze.

Sagr. Sachte, Signore Simplicio; hat jener Gegensatz, vermöge dessen Ihr gewissen einfachen Körpern Vergänglichkeit zuschreibt, seinen Sitz in dem vernichteten Körper selbst oder bezieht er sich auf einen fremden Körper? Ich meine, ob z. B. die Feuchtigkeit, durch die ein Teil der Erde zerstört wird, ihren Sitz in der Erde selbst hat oder vielmehr in einem anderen Körper, etwa der Luft oder dem Wasser? Ich glaube doch, dafs Ihr, ebenso wie bei den auf- und abwärts gerichteten Bewegungen, wie bei der Schwere und Leichtigkeit, welches Euerer Ansicht nach die ursprünglichen Gegensätze sind, annehmen werdet, es könne unmöglich das Feuchte und Trockene, das Warme und Kalte an demselben Subjekte auftreten. Ihr müfst also notgedrungen annehmen, dafs, wenn ein Körper zerstört wird, dies durch den Gegensatz der eigenen Eigenschaft zu der eines fremden Körpers geschieht. Damit demnach die himmlische Substanz zerstörbar sei, genügt die Existenz von Körpern in der Natur, die im Gegensatz zu der himmlischen Substanz stehen: solche aber sind die Elemente, wenn es wahr ist, dafs Zerstörbarkeit und Unzerstörbarkeit Gegensätze sind.

Die Gegensätze, welche die Zerstörung bewirken, haben ihren Sitz nicht in dem Körper selbst, der der Zerstörung anheimfällt.

Simpl. Nein, das genügt nicht, lieber Herr. Die Elemente sind nur deshalb Veränderungen und der Zerstörung ausgesetzt, weil sie in gegenseitiger Berührung und Mischung sind und so ihre Gegensätze auf einander wirken lassen können. Die Himmelskörper aber sind von den elementaren getrennt; sie werden von diesen nicht berührt, obgleich sie wohl die Elemente berühren. Wenn Ihr ein Entstehen und Vergehen bei den Himmelskörpern nachweisen wollt, müfst Ihr zeigen, dafs die Gegensätze bei ihnen ihren Sitz haben.[51])

Die Himmelskörper berühren die Elemente, werden aber nicht von diesen berührt.

Sagr. Hört, wie ich Euch die Gegensätze auch bei ihnen nachweise. Die erste Quelle, aus der Ihr die Gegensätze der Elemente schöpft, ist der Gegensatz ihrer Bewegungen nach oben und nach unten. Also müssen notwendigerweise auch diejenigen Principien im Gegensatze zu einander stehen, von welchen diese Bewegungen bedingt werden. Da nun die Aufwärtsbewegung des einen eine Folge seiner Leichtigkeit, die Abwärtsbewegung des anderen eine Folge seiner

Schwere ist, so sind notwendig Leichtigkeit und Schwere einander entgegengesetzt. Mit demselben Rechte mufs man weiter annehmen, dafs diejenigen Principien, welche wiederum die Ursache für die Schwere des einen und die Leichtigkeit des anderen abgeben, zu einander im Gegensatze stehen. Nach der Ansicht Euerer eigenen Schule aber rührt Leichtigkeit und Schwere von Dünne und Dichtigkeit her: also werden Dichtigkeit und Dünne gleichfalls Gegensätze bilden. Diese letzteren Eigenschaften haben aber in so ausgedehnter Weise bei den Himmelskörpern statt, dafs Ihr die Sterne für nichts Anderes als für dichtere Teile ihrer Himmelssphären haltet. Dies zugegeben, mufs die Dichtigkeit der Sterne sozusagen unendlich mal gröfser sein, als der Rest der Himmelssphäre. Es geht dies aus der aufserordentlichen Durchsichtigkeit des Himmels gegenüber der völligen Undurchsichtigkeit der Sterne hervor, sowie aus dem Umstande, dafs in jenen Höhen aufser der gröfseren oder geringeren Dichtigkeit, beziehungsweise Dünne, keine sonstigen Eigenschaften sich finden, welche die Ursache für die gröfsere oder geringere Durchsichtigkeit abgeben könnten. Finden sich also solche Gegensätze unter den Himmelskörpern, so müssen auch sie notwendigerweise erzeugbar und zerstörbar sein in derselben Weise, wie es die elementaren Körper sind, oder aber es ist nicht das Vorhandensein der Gegensätze die Ursache der Zerstörbarkeit.

Schwere und Leichtigkeit, Dünne und Dichtigkeit sind entgegengesetzte Qualitäten.

Sterne an Dichtigkeit dem übrigen Himmel unendlich überlegen.

Simpl. Keines von beiden braucht der Fall zu sein; denn Dichtigkeit und Dünne sind bei den Himmelskörpern keine Gegensätze, wie sie es bei den elementaren Körpern allerdings sind; sie werden dort nämlich nicht von den ursprünglich einander entgegengesetzten Eigenschaften des Warmen und Kalten hervorgerufen, sondern von der im Verhältnis zum Umfange gröfseren oder geringeren Menge von Materie. Nun sagen Viel und Wenig nur eine relative Verschiedenheit aus, dies ist aber der geringste Grad von Verschiedenheit und hat mit der Erzeugung und Zerstörung nichts zu thun.

Dünne und Dichtigkeit der Himmelskörper von der der Elemente verschieden. (Nach Cremonini.)

Sagr. Danach ist Euere Ansicht diese:[52]) damit die Dichtigkeit und Dünne, welche die Schwere und Leichtigkeit der Elemente verursachen, die entgegengesetzten Bewegungen *sursum et deorsum* bewirken können, welche ihrerseits wieder die zur Erzeugung und zur Vernichtung notwendigen Gegensätze hervorrufen, genügt es nicht, dafs das Dichte und Dünne blofs durch die in ein und demselben Umfange oder, besser gesagt, in ein und demselben Volumen enthaltene Menge von Materie gekennzeichnet sei als dicht und dünn; sondern die Dichtigkeit und Dünne mufs eine Folge der ursprünglichen Gegensätze von Kalt und Warm sein, andernfalls würden sich nicht die angegebenen Folgen einstellen. Wenn dies wirklich der Fall ist,

so hat uns Aristoteles hintergangen, da er uns das von Anfang an hätte sagen sollen. Es müfste dann so bei ihm heifsen: erzeugbar und zerstörbar sind diejenigen einfachen Körper, die einfacher Bewegungen nach oben und nach unten fähig sind, welche Bewegungen durch die Leichtigkeit und Schwere bedingt sind, welch letztere durch die Dichtigkeit und Dünne verursacht werden, welche ihrerseits von dem Mehr oder Weniger des Stoffes herrühren und zwar vermöge des Warmen und Kalten. Nicht aber hätte er bei der einfachen Bewegung nach oben und nach unten stehen bleiben dürfen; denn ich kann Euch versichern, dafs, um die Körper schwer oder leicht zu machen und sie infolge dessen zu entgegengesetzten Bewegungen zu veranlassen, jede beliebige Art von Dichtigkeit und Dünne genügt, mag sie durch Wärme und Kälte hervorgerufen sein oder durch irgend sonst etwas; Kalt und Warm haben mit dieser Erscheinung nichts zu thun. Ihr werdet finden, dafs ein glühendes Stück Eisen, das doch gewifs warm genannt werden darf, ebenso schwer ist und sich ebenso bewegt, wie ein kaltes. Aber auch abgesehen davon: woher wifst Ihr, dafs die Dichtigkeit und Dünne bei den Gestirnen nicht durch Kälte und Wärme bedingt sind?

Aristoteles' Erklärung der Erzeugbarkeit und Zerstörbarkeit der Elemente ungenügend.

Simpl. Daher, weil solche Eigenschaften im Reiche der Himmelskörper nicht existieren, weil diese weder warm noch kalt sind.

Salv. Ich sehe, dafs wir abermals von einer Flut von Schwierigkeiten auf Nimmerwiedersehen verschlungen werden; denn wir fahren einher ohne Kompafs, ohne Sterne, ohne Ruder, ohne Steuer; da ist es natürlich, dafs wir von Klippe zu Klippe geworfen werden, auf Sandbänke auflaufen oder ziellos ohne Ende einhersegeln. Wenn wir also, Euerem Rate folgend, in unserem Hauptgegenstande weiter kommen wollen, müssen wir einstweilen diese allgemeine Erörterung fallen lassen, ob die geradlinige Bewegung in der Natur notwendig sei und gewissen Körpern zukomme; wir müssen vielmehr zu den speciellen Beweisen, Beobachtungen und Versuchen übergehen. Zuerst wollen wir alles das, was Aristoteles, Ptolemäus und andere bisher für die Unbeweglichkeit der Erde angeführt haben, zur Sprache bringen; zweitens versuchen, dies zu widerlegen; endlich solche Thatsachen beibringen, auf Grund deren man zur Überzeugung gelangen kann, die Erde sei, so gut wie der Mond oder ein anderer Planet, unter die von Natur kreisförmig bewegten Körper zu rechnen.

Sagr. Ich gehe um so lieber darauf ein, als ich weit mehr mit Euerer grundlegenden allgemeinen Erörterung einverstanden bin, als mit der des Aristoteles: die Euere befriedigt mich, ohne mir irgendwie Anstofs zu geben, die andere läfst mich bei jedem Schritte straucheln.

Auch weifs ich nicht, warum Signore Simplicio nicht gleich durch den einen von Euch angeführten Beweisgrund für die Unmöglichkeit der geradlinigen Bewegung überzeugt worden ist, dafs nämlich diese Bewegung unverträglich ist mit der Annahme, die Teile der Welt seien in bester Verteilung und vollkommener Ordnung.

Salv. Bitte, haltet ein, Signore Sagredo,[53]) denn soeben fällt mir ein Weg ein, mit dem auch Signore Simplicio einverstanden sein könnte, freilich nur dann, wenn er sich nicht dergestalt an jedes Wort des Aristoteles bindet, dafs er es für einen Frevel hält, auch nur von einem einzigen abzugehen. Unzweifelhaft giebt es, um die beste Verteilung und die vollkommene Ordnung der Teile der Welt aufrecht zu erhalten, keine anderen Mittel als die Kreisbewegung und die Ruhe. Die geradlinige Bewegung hingegen kann, soviel ich sehe, zu nichts anderem dienen, als irgend ein Teilchen der Hauptkörper, das durch irgendwelchen Zufall von seinem Ganzen getrennt und losgelöst wurde, zu diesem Ganzen zurückzubringen, wie wir früher bemerkten. Betrachten wir nun den ganzen Erdball und überlegen, wie es mit ihm stehen kann, sobald er und die anderen Weltkörper in bester und natürlicher Ordnung beharren sollen. Man mufs notgedrungen sagen, dafs er entweder ruhe und unbeweglich an seinem Orte beharre oder dafs er, gleichfalls an derselben Stelle bleibend, sich um sich selber drehe, oder endlich, dafs er um einen Mittelpunkt auf der Peripherie eines Kreises herumlaufe. Betreffs dieser Möglichkeiten sagen Aristoteles, Ptolemäus und alle ihre Anhänger blofs, dafs er stets die erste Weise inne gehalten hat und sie in Ewigkeit beibehalten wird, nämlich eine beständige Ruhe an demselben Orte. Warum also nicht lieber von vornherein sagen, dafs seine natürliche Eigenschaft die Unbeweglichkeit ist, als die Bewegung nach unten für die natürliche ausgeben, eine Bewegung, die er niemals ausgeführt hat und niemals ausführen wird? Die geradlinige Bewegung aber, man gestehe es ein, benutzt die Natur nur, um die Teile der Erde, des Wassers, der Luft und des Feuers und jedes anderen Hauptweltkörpers zu ihrem Ganzen zurückzuführen, sobald einer von ihnen zufällig von ihm getrennt und also an ungehörige Stelle versetzt ist: es sei denn, dafs auch in diesem Falle zur Wiederherstellung der Ordnung eine Art von Kreisbewegung sich zweckmäfsiger erwiese. Mir scheint, dafs diese ursprüngliche Annahme auch vom Standpunkte des Aristoteles den sämtlichen übrigen Folgerungen sich weit besser anpafst, als wenn man die geradlinigen Bewegungen für das den Elementen innewohnende ursprüngliche Princip ausgiebt. Dies ist augenscheinlich der Fall; denn wenn ich den Peripatetiker frage, ob er, der die Himmelskörper für unzerstörbar

Aristoteles und Ptolemäus behaupten die Unbeweglichkeit des Erdballs.

Natürlicher Zustand des Erdballs verdient eher die Ruhe, als die geradlinige Bewegung nach unten zu heifsen.

und ewig hält, der Meinung sei, daſs die Erde das nicht ist, sondern vergänglich und dem Untergang geweiht, und ob er glaube, es werde dereinst eine Zeit kommen, wo zwar Sonne, Mond und die übrigen Gestirne noch immer, die Erde aber nicht mehr existiere, diese vielmehr samt den übrigen Elementen zerstört und in nichts aufgelöst sei, so bin ich fest überzeugt, er wird dies verneinen. Die Zerstörung und Erzeugung betrifft also nur die Teile und nicht das Ganze und zwar die allerkleinsten, oberflächlichen Teile, die fast unmerklich sind im Vergleich mit dem Gesamtvolumen. Da Aristoteles die Erzeugung und Vernichtung aus dem Gegensatz der geradlinigen Bewegungen erklärt, nun so lasse man diese Bewegungen den Teilen, die allein sich ändern und zerstört werden, dem ganzen Ball, der ganzen Sphäre der Elemente aber schreibe man entweder die Kreisbewegung oder eine fortwährende Ruhe an demselben Orte zu, Eigenschaften, die allein zur Bewahrung und Aufrechterhaltung der vollkommenen Ordnung geeignet sind. Was von der Erde gilt, gilt mit demselben Rechte vom Feuer und dem gröfsten Teile der Luft. Nach peripatetischer Ansicht wird diesen Elementen als immanentes natürliches Princip eine Bewegung zugeschrieben, die sie niemals ausgeführt haben und niemals ausführen werden, während man widernatürlich bei ihnen die Bewegung nennt, die sie ausführen, ausgeführt haben und in Ewigkeit ausführen werden. Die Peripatetiker weisen nämlich der Luft und dem Feuer die Aufwärtsbewegung zu, in welcher diese Elemente sich niemals befunden haben, sondern nur eines ihrer Teilchen, und auch dies nur darum, um sich an die ihm natürliche Stelle zurückzubegeben, nachdem es an einer unnatürlichen sich befunden hat. Andererseits betrachten sie die Kreisbewegung als ihrer Natur widersprechend, während sie doch diese fortwährend ausführen: sie vergessen gewissermafsen den öfters wiederholten Ausspruch des Aristoteles, ein Gewaltsames könne niemals lange währen.

Geradlinige Bewegungen eher den Teilen als den Elementen im ganzen zuzuschreiben.

Peripatetiker schreiben unbegründeterweise den Elementen als natürliche Bewegungen solche zu, die sie niemals ausführen, als widernatürliche solche, die sie immer ausführen.

Simpl. Auf all das haben wir die schlagendsten Entgegnungen bereit; doch will ich sie für jetzt unterdrücken, um auf die speciellen Gründe und sinnlichen Erfahrungen zu kommen, welche schliefslich, wie Aristoteles mit Recht sagt, den Vorzug verdienen vor allem, was durch menschliche Spekulation uns an die Hand gegeben werden kann.

Sinnliche Erfahrungen verdienen den Vorzug vor menschlichen Spekulationen.

Sagr. Die bisher vorgebrachten Argumente mögen uns also dienen als Anregung zu der Erwägung, welche von den beiden allgemeinen Erörterungen gröfsere Wahrscheinlichkeit besitzt, die des Aristoteles, welche uns erweisen soll, daſs die Natur der sublunarischen Körper erzeugbar, vergänglich u. s. w. ist und deshalb ganz verschieden von dem Wesen der Himmelskörper, welche unbeeinflufsbar, unerzeugbar,

unvergänglich sind, wie aus der Verschiedenheit der einfachen Bewegungen sich ergiebt; oder die des Signore Salviati, der infolge seiner Voraussetzung, die Hauptteile der Welt seien bestens geordnet, folgerichtig den Naturkörpern die geradlinige Bewegung als völlig nutzlos abspricht und der Meinung ist, auch die Erde sei ein Himmelskörper und sei mit allen Vorzügen ausgestattet, die diesen zukommen. Diese Auffassung steht mir bis jetzt weit mehr an, als die andere. Signore Simplicio mag also die Güte haben, alle die besonderen Gründe, Versuche, Natur- und Himmelsbeobachtungen vorzubringen, welche die Ansicht bestätigen, die Erde sei von den Himmelskörpern verschieden, unbeweglich, in den Mittelpunkt der Welt gestellt oder aus irgend sonst einem Grunde verhindert sich zu bewegen nach Art der Planeten, wie der Jupiter oder der Mond: Signore Silviati hingegen wird die Güte haben, Punkt für Punkt zu beantworten.

Simpl. Hier hört zunächst zwei sehr schlagende Beweise dafür, dafs die Erde grundverschieden von den Himmelskörpern ist. Erstens: die Körper, die erzeugbar, vergänglich, veränderlich u. s. w. sind, sind grundverschieden von den unerzeugbaren, unvergänglichen, unveränderlichen u. s. w.; die Erde ist erzeugbar, vergänglich, veränderlich u. s. w., die Himmelskörper sind unerzeugbar, unvergänglich, unveränderlich u. s. w.; also ist die Erde von den Himmelskörpern grundverschieden.

Sagr. Als erstes Argument tischt Ihr uns das nämliche Gericht auf, das heute schon einmal da war und eben erst abgetragen worden ist.

Simpl. Nicht so hitzig, mein Herr! Hört mich zu Ende, und Ihr werdet die Verschiedenheit schon merken. Vorher wurde der Untersatz *a priori* gefunden, jetzt werde ich ihn *a posteriori* beweisen. Seht zu, ob das nicht etwas Anderes ist. Ich beweise also den Untersatz, denn der Obersatz ist ganz offenbar. Die sinnliche Erfahrung lehrt uns, dafs auf Erden ein beständiges Entstehen, Vergehen, Verändern u. s. w. vor sich geht, wie es weder nach eigener Erfahrung, noch nach Überlieferungen und Berichten unserer Vorfahren jemals am Himmel beobachtet wurde. Also ist der Himmel unveränderlich u. s. w., die Erde aber veränderlich u. s. w. und darum vom Himmel verschieden. — Den zweiten Beweis entnehme ich einer fundamentalen und wesentlichen Thatsache, der folgenden nämlich: ein von Natur dunkler, des Lichts ermangelnder Körper ist von jedem leuchtenden und glänzenden verschieden; die Erde ist ohne Licht und finster, die Himmelskörper glänzend und voll Lichtes, also u. s. w. Man möge mir vorerst darauf antworten, um die Menge des Stoffes nicht zu sehr anwachsen zu lassen, dann werde ich noch anderes beibringen.

Der Himmel unveränderlich, weil niemals eine Veränderung an ihm beobachtet worden ist.

Von Natur leuchtende Körper sind von finsteren verschieden.

Salv. Den ersten Beweisgrund anlangend, dessen Kraft auf der Erfahrung beruht, möchte ich bitten, dafs Ihr mehr ins einzelne die Änderungen aufführtet, die Ihr auf Erden, nicht aber am Himmel vor sich gehen seht, und derentwegen Ihr die Erde als veränderlich betrachtet, den Himmel aber nicht.

Simpl. Ich sehe auf Erden beständig Kräuter, Bäume, Tiere entstehen und vergehen; Winde, Regen, Gewitter und Stürme sich erheben; kurz das Aussehen der Erde in fortwährendem Wandel begriffen. Von allen diesen wechselnden Erscheinungen aber ist bei den Himmelskörpern nichts zu sehen; ihre Stellung und Gestalt ist seit Menschengedenken aufs genaueste sich gleich geblieben, ohne dafs etwas Neues erzeugt, noch von Früherem etwas zerstört worden ist.

Salv. Nun, da für Euch die blofse Wahrnehmbarkeit oder, besser gesagt, die wirkliche Wahrnehmung der Erscheinungen entscheidend ist, so müfst Ihr notwendig China und Amerika für Himmelskörper halten; denn zuverlässig habt Ihr dort niemals jene Änderungen beobachtet, die Ihr hier in Italien beobachtet; sie müssen demnach, soweit Euere Wahrnehmung reicht, unveränderlich sein.

Simpl. Wenn ich auch diese Veränderungen an jenen Orten nicht sinnlich wahrgenommen habe, so giebt es doch zuverlässige Berichte darüber, abgesehen davon, dafs nach dem Satze *eadem est ratio totius et partium*, diese Länder ebenso gut wie die unsrigen notwendig veränderlich sind, da sie, ebenso gut wie diese, Teile der Erde sind.

Salv. Und warum habt Ihr nicht selbst mit eigenen Augen diese Vorgänge beobachtet und wahrgenommen, ohne Euch erst auf die Glaubwürdigkeit fremder Berichte verlassen zu müssen?

Simpl. Abgesehen davon, dafs jene Länder unseren Blicken entzogen sind, ist ihre Entfernung so grofs, dafs die Sehkraft nicht ausreichen würde, um dergleichen Änderungen zu entdecken.

Salv. Da seht, wie Ihr von selber beiläufig das Trügerische Eueres Beweisgrundes aufgedeckt habt. Denn wenn Ihr zugebt, dafs man die bei uns auf Erden wahrnehmbaren Änderungen in Amerika wegen der grofsen Entfernung von hier aus nicht bemerken kann, so könnt Ihr sie noch viel weniger auf dem Monde sehen, der soviel hundertmal weiter entfernt ist. Wenn Ihr aber an die Veränderungen in Mexiko auf Grund der Nachrichten von dort glaubt: welche Kunde ist Euch vom Monde zugegangen, die Euch meldet, dort gingen keine Veränderungen vor sich? Daraus also, dafs Ihr am Himmel keine Änderungen seht, während Ihr die etwa stattfindenden wegen der zu grofsen Entfernung nicht bemerken würdet oder daraus, dafs Ihr keinen Bericht von ihnen habt, wo ein solcher doch unmöglich ist,

könnt Ihr nicht schliefsen, dafs sie nicht stattfinden; wie Ihr andererseits ganz richtig aus dem Gesehenen und Gehörten auf Veränderungen unserer Erde schliefsen dürft.

Simpl. Ich will Euch auf Erden stattgefundene Änderungen ausfindig machen, die so grofs sind, dafs, fänden sie auf dem Monde statt, sie sehr wohl von hienieden beobachtet werden könnten. Wir wissen

Entstehung des mittelländischen Meeres durch die Trennung von Abila und Calpe.

auf Grund uralter Überlieferungen, dafs einst an der Meerenge von Gibraltar die Felsen Abila und Calpe durch andere kleinere Berge zusammenhingen, welche einen Damm gegen den Ocean bildeten.[51]) Da sich aber, aus welcher Ursache auch immer, die beiden Berge trennten, und den Wassern des Meeres der Zutritt geöffnet wurde, strömten diese in solcher Menge ein, dafs sie das ganze mittelländische Meer bildeten. Ziehen wir dessen Gröfse in Betracht und das verschiedenartige Aussehen zwischen einer aus der Ferne beobachteten Fläche von Wasser und Land, so hätte unzweifelhaft ein solcher Vorgang sehr wohl von jemand, der auf dem Monde gewesen wäre, beobachtet werden können, ebenso wie wir Erdbewohner dergleichen Änderungen auf dem Monde bemerken müfsten. Es verlautet aber nichts davon, dafs man je so etwas gesehen hätte. Also haben wir keinen Anhalt, um einen der Himmelskörper für veränderlich u. s. w. erklären zu dürfen.

Salv. Dafs so weitgreifende Veränderungen auf dem Monde stattgefunden haben, will ich mich nicht erkühnen zu behaupten; aber ebensowenig bin ich überzeugt, dafs solche nicht stattgefunden haben können. Eine solche Umwälzung würde uns nur als eine veränderte Abstufung von Helligkeit und Dunkelheit gewisser Mondpartieen erscheinen und doch weifs ich nichts von wifsbegierigen Selenographen auf Erden, die eine sehr lange Reihe von Jahren hindurch uns so genaue Mondbeschreibungen geliefert hätten, dafs man auf ihre Aussage hin mit Bestimmtheit die Thatsache einer solchen Veränderung der Mondoberfläche in Abrede stellen könnte. Über das Aussehen der letzteren finde ich keine eingehenderen Angaben, als dafs der eine sagt, sie stelle ein menschliches Gesicht vor, der andere, sie gleiche einer Löwenschnauze und der dritte, man erblicke auf ihr Kain mit einem Bündel Reisig auf der Schulter. Die Unveränderlichkeit des Himmels also darauf zu gründen, dafs man auf dem Monde oder auf einem anderen Himmelskörper keine von der Erde aus sichtbaren Änderungen wahrgenommen hat, ist ein gänzlich unzuverlässiger Schlufs.

Sagr. Mich beschäftigt noch ein anderes Bedenken gegen diesen Beweis des Signore Simplicio, welches ich gerne beseitigt sähe. Darum frage ich ihn, ob die Erde vor dem Einbruch des mittelländischen

Meeres erzeugbar und zerstörbar war, oder ob sie damals erst anfing es zu sein.

Simpl. Ohne Zweifel war sie schon vorher erzeugbar und zerstörbar; dieses war nur eine so gewaltige Katastrophe, dafs sie auch auf dem Monde hätte beobachtet werden können.

Sagr. O, wenn die Erde vor besagter Überschwemmung schon erzeugbar und zerstörbar war, was steht im Wege, dafs der Mond es gleichfalls ist, auch ohne eine solche Umwälzung? Warum soll auf dem Monde das unbedingt erforderlich sein, was auf Erden nicht von entscheidender Bedeutung war?

Salv. Ein sehr scharfsinniger Einwurf. Ich möchte aber glauben, dafs Signore Simplicio in die Stellen bei Aristoteles und den anderen Peripatetikern einen etwas veränderten Sinn hineinlegt. Diese sagen, dafs sie darum den Himmel für unveränderlich halten, weil an ihm niemals die Entstehung oder Zerstörung irgendwelchen Sternes beobachtet worden ist, der im Vergleich zum ganzen Himmel vielleicht kleiner sei als eine Stadt im Verhältnis zur Erde; und doch seien von diesen letzteren unzählige so völlig zerstört worden, dafs keine Spur von ihnen übrig geblieben.

Sagr. Ich war vom Gegenteile überzeugt und glaubte, Signore Simplicio verleugne diese Auslegung des Textes, um seinen Meister und seine Mitjünger nicht mit einem Vorwurf zu belasten, der noch häfslicher ist als der andere. Wie nichtig ist doch die Behauptung: der Himmel ist unveränderlich, weil keine Sterne an ihm entstehen und vergehen! Giebt es etwa jemanden, der einen Erdball hätte vergehen und einen neuen entstehen sehen? Wird nicht von allen Philosophen zugegeben, dafs nur ganz wenige Sterne am Himmel kleiner sind als die Erde, wohl aber sehr viele weit, weit gröfser? Der Untergang eines Sternes am Himmel ist demnach nichts Geringeres als die Zerstörung des gesamten Erdballs. Wenn daher notwendig so gewaltige Körper wie ein Stern vergehen und wieder entstehen müssen, um ein Entstehen und Vergehen im Weltall mit Recht behaupten zu können, so lafst nur diesen Gedanken ganz fallen, denn ich versichere Euch, die Zerstörung des Erdballs oder eines anderen Hauptweltkörpers wird niemals beobachtet werden; niemals wird ein solcher, nachdem man ihn viele verflossene Jahrhunderte hindurch beobachtet hat, sich auflösen und spurlos verschwinden.

Untergang eines Sternes ebenso unmöglich wie der des ganzen Erdballs

Salv. Um aber den Wünschen des Signore Simplicio noch mehr als nötig entgegenzukommen und ihn, wo möglich, von seinem Irrtum zu überzeugen, bemerke ich, dafs wir in unserer Zeit neue Vorgänge und Beobachtungen kennen, die, wie ich nicht bezweifele, Aristoteles

Aristoteles würde auf Grund der neuen Entdeckungen in unserer Zeit seine Ansicht ändern.

umstimmen würden, wenn er heutigen Tages lebte. Dies geht aus seiner eigenen Weise zu philosophieren hervor. Denn, wenn er schreibt, er halte den Himmel für unveränderlich u. s. w., weil man niemals dort etwas Neues hätte entstehen oder etwas Früheres verschwinden sehen, so deutet er implicite an, dafs er im Falle einer solchen Beobachtung zur gegenteiligen Ansicht sich bekennen würde und der sinnlichen Erfahrung mit Recht vor naturphilosophischen Erwägungen den Vorzug gegeben hätte. Wenn er den sinnlichen Beobachtungen keinen Wert beigelegt hätte, würde er die Unveränderlichkeit jedenfalls nicht aus den fehlenden Beobachtungen über irgend welche Veränderung geschlossen haben.

Simpl. Als wichtigste Grundlage betrachtete Aristoteles seine apriorischen Erwägungen, indem er die Notwendigkeit der Unveränderlichkeit des Himmels durch seine einleuchtenden, klaren Naturprincipien darthut: nachher befestigte er *a posteriori* seine Theorie durch die sinnliche Wahrnehmung und die alten Überlieferungen.

Salv. Diese Euere Angaben beziehen sich auf die Art und Weise, wie er seine Lehre niederschrieb, aber ich glaube nicht, dafs er auf diesem Wege zu ihr gelangte. Vielmehr halte ich es für ausgemacht, dafs er zuerst mittels der Sinne, der Erfahrung und der Beobachtung, soviel als möglich, von der Richtigkeit der Schlufsfolgerung sich zu überzeugen versuchte und dann erst sich nach Mitteln umthat, sie zu beweisen; so nämlich verfährt man gewöhnlich in den deduktiven Wissenschaften: und zwar darum, weil, wenn die These richtig ist, man bei Benutzung der analytischen Methode leicht auf irgend welchen schon bewiesenen Satz oder zu einem selbstverständlichen Axiome gelangt; ist aber die Behauptung falsch, so kann man ins unendliche weitergehen, ohne je auf irgend eine bekannte Wahrheit zu treffen, wenn man nicht gar auf eine offenbare Unmöglichkeit oder etwas Widersinniges stöfst. Zweifelt nicht, dafs Pythagoras, lange bevor er den Beweis gefunden, um dessentwillen er die Hekatombe opferte, sich vergewissert hat, ob das Hypotenusenquadrat im rechtwinkligen Dreieck den Quadraten der beiden anderen Seiten gleich sei. Das Zutrauen zur Richtigkeit der Behauptung trägt nicht wenig zur Auffindung des Beweises bei, in den deduktiven Wissenschaften wohlverstanden. Aber mag das Schlufsverfahren des Aristoteles von apriorischen Erwägungen zu aposteriorischer Sinneswahrnehmung fortgeschritten sein oder umgekehrt, sicher ist, dafs eben jener Aristoteles, wie mehrfach erwähnt, den sinnlichen Erfahrungen vor allen Spekulationen den Vorrang einräumt, abgesehen davon, dafs wir schon geprüft haben, wie es mit der Beweisführung dieser apriorischen Erörterung steht.

Die Gewifsheit der Behauptung ist förderlich für die Auffindung des Beweises mittels der analytischen Methode.

Pythagoras opferte eine Hekatombe um der Auffindung eines geometrischen Beweises willen.

Indem ich mich zu unserem Gegenstande wende, bemerke ich: die am Himmel in neuerer Zeit gemachten Entdeckungen sind und waren derart, dafs sie alle Philosophen vollauf befriedigen könnten. Denn sowohl bei einzelnen Körpern als am gesamten Himmelsgewölbe hat man gesehen und sieht man noch immer Vorgänge ähnlich denen, die wir bei uns Erzeugung und Vernichtung nennen. Es ist nämlich von ausgezeichneten Astronomen die Entstehung und Vernichtung vieler Kometen in Regionen oberhalb der Mondsphäre beobachtet worden, abgesehen von den beiden neuen Sternen von 1572 und 1604, die ohne jeden Zweifel einer weit höheren Sphäre angehörten als alle Planeten. Ja auf der Oberfläche der Sonne sogar sieht man mit Hilfe des Fernrohrs dichte dunkle Gebilde entstehen und sich wieder auflösen, dem Aussehen nach ganz ähnlich den Wolken der Erdatmosphäre; viele derselben sind so umfangreich, dafs sie nicht nur das mittelländische Meer, sondern auch ganz Afrika und Asien bei weitem an Gröfse übertreffen.[55]) Nun, wenn Aristoteles diese Dinge sähe, was meint Ihr, Signore Simplicio, würde er sagen und thun?

Erscheinung neuer Sterne am Himmel.

Flecken, welche auf der Sonnenoberfläche entstehen und vergehen.

Sonnenflecken, die gröfser sind als ganz Asien und Afrika.

Simpl. Ich weifs nicht, was Aristoteles, der Schutzherr der Wissenschaften, thun oder sagen würde: allerdings aber weifs ich einiges von dem, was seine Anhänger thun und sagen, und was sie thun und sagen müssen, um nicht des Wegweisers, Führers und Hauptes der Philosophie verlustig zu gehen. Was die Kometen angeht, sind denn nicht jene modernen Astronomen, die sie zu Himmelskörpern machen wollten, von dem *Antitycho* widerlegt worden und zwar widerlegt mit ihren eigenen Waffen, mittels Parallaxen[56]) und hunderttältig verschlungenen Rechnungen, die schliefslich in Übereinstimmung mit Aristoteles ergaben, dafs sie sämtlich elementaren Ursprungs sind? Und nachdem dieses Fundament der Anhänger der neuen Theorieen erschüttert ist, was bleibt ihnen noch, um sich auf den Füfsen zu erhalten?

Widerlegung der Astronomen durch Antitycho.

Salv. Gelassen, Signore Simplicio! Was sagt Euer moderner Autor über die neuen Sterne von 1572 und 1604 und über die Sonnenflecken? Denn betreffs der Kometen würde ich meinerseits wenig dagegen haben, man mag sie nun als unter oder über dem Monde entstanden denken: auch habe ich niemals grofsen Wert auf die Redseligkeit Tycho's gelegt und bin gern geneigt zu glauben, dafs ihre Substanz elementaren Ursprungs sei, dafs sie sich aber soweit erheben können, als ihnen gefällt, ohne an der Undurchdringlichkeit des peripatetischen Himmels Widerstand zu finden, den ich für sehr viel dünner, nachgiebiger und feiner halte als unsere Atmosphäre. Die Berechnung der Parallaxen anlangend, so bewirken einerseits der

Zweifel, ob die Kometen eine solche besitzen, andererseits die mangelhafte Übereinstimmung der Beobachtungen, auf welche die Rechnungen sich stützen, dafs mir die eine wie die andere Meinung verdächtig vorkommt, namentlich da der Antitycho die seinem Zweck zuwiderlaufenden Beobachtungen auf seine Weise zuzustutzen oder für irrig auszugeben scheint.

Simpl. Was die neuen Sterne betrifft, so entledigt der Antitycho sich derselben aufs beste mit vier Worten:[57]) die neu aufgetauchten Sterne machten nicht einen Teil der Himmelskörper aus; die Gegner müfsten, wenn sie dort oben ein Entstehen und Vergehen darthun wollten, Änderungen an den Sternen nachweisen, die schon so lange Zeit hindurch beschrieben worden sind und von denen niemand bezweifele, dafs sie Himmelskörper seien; das aber könnten dieselben keineswegs. Über die Gebilde sodann, welche nach einigen auf der Sonnenoberfläche entstehen und vergehen, spricht er gar nicht; daraus entnehme ich, dafs er sie für eine Fabel hält oder für teleskopische Täuschungen oder bestenfalls für atmosphärische Trübungen, kurz für alles eher als für himmlische Substanzen.

Salv. Ihr selbst aber, Signore Simplicio, was für eine Antwort habt Ihr Euch ausgedacht, wenn Euere Gegner Euch diese lästigen Flecken vorhalten, die erschienen sind, um den Himmel in Verwirrung zu bringen und mehr noch die peripatetische Philosophie? Als deren unerschrockener Verteidiger müfst Ihr notgedrungen irgend welchen Ausweg, eine Lösung der Schwierigkeiten gefunden haben, und diese dürft Ihr uns nicht vorenthalten.

Simpl. Ich habe über diesen besonderen Punkt verschiedene Ansichten gehört.[58]) „Die einen sagen, es seien Sterne, die in ihren „eigenen Bahnen, ähnlich wie Venus und Merkur, sich um die Sonne „drehen und uns bei ihrem Vorübergange vor der Sonne dunkel er„scheinen; da ihrer eine grofse Zahl sei, so geschehe es häufig, dafs ein „Teil derselben sich anhäufe und dafs sie dann sich wieder trennen; „andere halten sie für atmosphärische Vorgänge, andere für Täuschungen, „verursacht durch die Fernrohrlinsen u. dgl. m. Ich aber neige der „Ansicht zu, bin sogar fest überzeugt, dafs sie ein Haufen von vielen „verschiedenartigen undurchsichtigen Körpern sind, die gewissermafsen „zufällig zusammentreffen; darum lassen sich oft in einem Flecken „zehn und mehr solcher winzigen Körperchen zählen, welche, von un„regelmäfsiger Gestalt, wie Schnee- oder Wollflocken oder wie schwir„rende Mücken erscheinen. Sie ändern ihre gegenseitige Lage, trennen „sich bald von einander, bald nähern sie sich, besonders vor der Sonne, „um welche sie sich, als um ihren Mittelpunkt, bewegen. Darum

Verschiedene Ansichten über die Sonnenflecken.

„braucht man aber nicht anzunehmen, dafs sie entstehen oder ver-„gehen, sondern nur, dafs sie sich bisweilen hinter dem Sonnenball „verbergen, bisweilen aber, wiewohl von ihm getrennt, wegen der Nähe „des übermäfsig hellen Sonnenlichtes unsichtbar sind. In die excen-„trische Sphäre der Sonne sind, ähnlich wie Zwiebelhäute, Schichten „von verschiedener Dicke in einander geschachtelt, von denen jede, mit „einigen kleinen Flecken behaftet, sich bewegt. Wiewohl anfänglich „ihre Bewegung veränderlich und unregelmäfsig aussah, sollen dennoch „nach den neuesten Beobachtungen genau dieselben Flecken innerhalb „bestimmter Fristen wiedergekehrt sein." Dies scheint mir der zweck-mäfsigste Ausweg, den man bis jetzt gefunden hat, um Rechenschaft von besagter Erscheinung zu geben, ohne doch die Unzerstörbarkeit und Unerzeugbarkeit des Himmels fallen zu lassen. Und wenn er wirklich nicht genügen sollte, so wird es nicht an erleuchteten Geistern fehlen, welche andere bessere finden werden.

Salv. Wenn der Gegenstand unseres Streites eine Frage der Jurisprudenz oder einer anderen, menschliche Dinge behandelnden Wissenschaft wäre, in welchen es nicht Wahrheit, noch Irrtum giebt, so könnte man zuversichtlich einen gröfseren Scharfsinn, eine schlag-fertigere Beredsamkeit, eine ausgedehntere Belesenheit erwarten und hoffen, dafs, wer sich durch solche Gaben auszeichnet, hier die Über-legenheit seines Geistes an den Tag legen und Ruhm dafür ernten würde. In den Naturwissenschaften aber, deren Schlüsse wahr und notwendig sind, und wo menschliche Willkür keine Stätte hat, mufs man sich hüten, sich auf seiten des Irrtums zu schlagen; denn tausend Männer wie Demosthenes und Aristoteles würden von jedem mittel-mäfsigen Geiste aus dem Sattel gehoben, wenn dieser das Glück ge-habt, die Wahrheit aufzufinden. Darum, Signore Simplicio, entschlagt Euch nur der Hoffnung, dafs soviel kenntnisreichere, gelehrtere und belesenere Männer, als wir es sind, der Natur zum Trotz den Irrtum als Wahrheit erweisen könnten. Wenn also von allen bisher vorge-brachten Ansichten über das Wesen der Sonnenflecken, die soeben von Euch auseinandergesetzte Euch richtig erscheint, so müssen, wenn Ihr Recht habt, alle anderen notwendig falsch sein. Um Euch nun den Glauben auch an diesen völlig grundlosen Wahn zu benehmen, will ich, ganz zu geschweigen von tausend anderen Unwahrscheinlich-keiten, blofs zwei entgegenstehende Beobachtungen anführen. Erstens sieht man viele von diesen Flecken vor der Mitte der Sonnenscheibe entstehen und ebensoviele gleichfalls vom Umfange der Sonnenscheibe entfernt sich wieder auflösen und verschwinden: ein zwingender Grund, dafs sie wirklich entstehen und sich auflösen; denn wenn sie, ohne zu

In den Natur-wissenschaften erreicht blofse Beredsamkeit nichts.

Zwingender Be-weis, dafs die Sonnenflecken entstehen und vergehen.

entstehen und zu vergehen, blofs infolge ihrer Bewegung sichtbar würden, so sähe man sie sämtlich am äufsersten Rand der Sonne ein- und austreten. Die zweite Beobachtung beweist für diejenigen, welche nicht ganz und gar der Lehre von der Perspektive unkundig sind, aus den scheinbaren Gestalts- und Geschwindigkeitsänderungen der Flecken mit Notwendigkeit, dafs sie dem Sonnenkörper anhaften und mit diesem oder über ihn hin in dichter Berührung mit seiner Oberfläche sich bewegen, keineswegs aber sich in Kreisen drehen, die von ihm einen gewissen Abstand haben. Es folgt dies aus der scheinbaren Verzögerung der Bewegung in der Nähe des Sonnenrandes und der scheinbaren Beschleunigung in der Nähe der Sonnenmitte; es folgt dies ferner aus der Form der Flecken, welche in der Nähe des Randes langgestreckt im Vergleich zu den in der Mitte befindlichen erscheinen, und zwar darum, weil sie in der Mitte in voller Gröfse erscheinen und so, wie sie wirklich beschaffen sind; in der Nähe des Randes hingegen zeigen sie sich infolge des Zurücktretens der Kugeloberfläche verkürzt. Beide scheinbaren Änderungen, der Gestalt sowohl wie der Bewegung, entsprechen, wie bei sorgfältiger Beobachtung und Rechnung sich herausstellt, genau dem, was man erwarten mufs, wenn die Flecken mit der Sonne zusammenhängen, sind hingegen völlig unvereinbar mit der Annahme einer Bewegung in Bahnen, welche eine gewisse, wenn auch nur geringe, Entfernung von der Sonne besitzen; wie denn dieses weitläufig von unserem Freunde in den Briefen über die Sonnenflecke an den Herrn *Markus Welser* bewiesen worden ist.[59]) Es ergiebt sich aus eben dieser Gestaltsveränderung, dafs von jenen Flecken keiner ein Stern oder sonst ein kugelförmiger Körper ist; denn von allen Körpern erscheint die Kugel allein niemals verkürzt und niemals anders als vollkommen rund. Wäre also irgend ein einzelner Fleck ein runder Körper, wie dies von allen Sternen angenommen wird, so würde er ebenso rund vor der Mitte, wie vor dem Rande der Sonnenscheibe erscheinen müssen, während doch die bedeutende Verkürzung und das scheinbare Schmälerwerden nach besagtem Rande hin, die gröfsere Breite und Ausdehnung hingegen nach der Mitte zu uns vergewissert, dafs es sich um Schichten handelt, die im Verhältnis zu ihrer Länge und Breite nur geringe Tiefe oder Dicke besitzen. Dafs endlich die Flecken in bestimmten Perioden völlig unverändert wiederkehrten, glaubt nicht, Signore Simplicio; wer es Euch gesagt hat, will Euch hintergehen. Dafs dem wirklich so ist, könnt Ihr daraus ersehen, dafs er die Flecken tot geschwiegen hat, welche auf der Sonnenfläche selbst in beträchtlicher Entfernung vom Rande entstehen und sich auflösen; ferner daraus, dafs er kein Wort

Schlagender Beweis für die unmittelbare Berührung der Flecken mit der Sonne.

Bewegung der Flecken in der Nähe des Sonnenrandes scheinbar langsam.

Form der Flecken in der Nähe des Randes der Sonnenscheibe langgestreckt; wie dieser Schein zu erklären ist.

Die Sonnenflecken sind nicht von Kugelgestalt, sondern flächenförmig, gleichsam dünne Schichten.

über die perspektivische Verkürzung spricht, welche ein zwingendes Argument für den Zusammenhang der Flecken mit der Sonne ist. Was an der Wiederkehr der nämlichen Flecken Wahres ist, steht gleichfalls in den obengenannten Briefen: nämlich, dafs einige von ihnen lange genug andauern, um während einer vollen Umdrehung um die Sonne, welche etwas weniger als einen Monat dauert, noch nicht verschwunden zu sein.

Simpl. Ich habe, offen gestanden, nicht lange und sorgfältig genug beobachtet, um in dieser Frage den Thatbestand völlig zu beherrschen; doch will ich auf alle Fälle Beobachtungen anstellen und dann versuchen, ob es mir gelingt, die Ergebnisse der Erfahrung mit den aristotelischen Lehren in Einklang zu bringen: denn es ist klar, dafs zwei Wahrheiten einander nicht widersprechen können.

Salv. Sobald Ihr die sinnlichen Beobachtungen mit den bestbegründeten Lehren des Aristoteles in Einklang bringen wollt, wird Euch das keine grofse Mühe machen: zum Beweise: sagt nicht Aristoteles, dafs über astronomische Gegenstände wegen der grofsen Entfernung des Himmels nicht mit voller Entschiedenheit gehandelt werden könne?[60])

Wegen der grofsen Entfernung des Himmels kann von ihm nach Aristoteles nicht mit voller Bestimmtheit gehandelt werden.

Simpl. Gewifs sagt er das.

Salv. Versichert er nicht auch, dafs die Erfahrung und die sinnliche Wahrnehmung vor aller Spekulation den Vorzug verdient, mag diese auch noch so wohlbegründet erscheinen? und sagt er dies nicht mit voller Entschiedenheit, ohne zu schwanken?

Die sinnliche Wahrnehmung ist nach Aristoteles der Spekulation vorzuziehen.

Simpl. Das thut er.

Salv. Von diesen beiden Behauptungen, welche beide von Aristoteles aufgestellt sind, ist die zweite, welche den Vorrang der sinnlichen Erfahrung vor der Spekulation aussagt, weit bestimmter und entschiedener, als die erstere, welche den Himmel für unveränderlich ausgiebt. Daher verfahrt Ihr mehr im Sinne des Aristoteles, wenn Ihr den Himmel für veränderlich ausgebt, weil dies der sinnlichen Erfahrung entspricht, als wenn Ihr sagt, der Himmel sei unveränderlich, weil Aristoteles durch Spekulation zu dieser Ansicht gelangte. Nehmt hinzu, dafs wir weit besser als Aristoteles über astronomische Dinge urteilen können; denn er gesteht ja selbst, die Erkenntnis derselben sei wegen ihrer Sinnenentrücktheit für ihn schwer, und räumt damit ein, dafs, wessen Sinne schärferer Wahrnehmungen fähig sind, sich ein sichereres Urteil würde bilden können. Vermöge des Fernrohrs ist uns nun aber der Himmel dreifsig- bis vierzigmal näher gerückt, als er dem Aristoteles war, so dafs wir an ihm hundert Dinge unterscheiden können, von denen er nichts wufste, unter anderen

Der Himmel darf im Geiste der aristotelischen Lehre eher für veränderlich als für unveränderlich gelten.

Wir können dank dem Fernrohre besser über astronomische Dinge urteilen als Aristoteles

auch jene Sonnenflecken, die für ihn durchaus unsichtbar waren. Deswegen können wir uns ein begründeteres Urteil über den Himmel und die Sonne bilden als Aristoteles.

Sagr. Ich versetze mich in den Geist des Signore Simplicio und weifs, dafs die Kraft dieser nur allzu überzeugenden Gründe Eindruck auf ihn macht. Wenn er andererseits aber das grofse Ansehen in Betracht zieht, das Aristoteles sich beim Publikum erworben, wenn er die Zahl der berühmten Ausleger in die Wagschale wirft, die sich abgemüht haben, seine Meinung zu erforschen; wenn er bedenkt, wie so nützliche und notwendige Wissenschaften einen grofsen Teil der ihnen gezollten Achtung blofs dem Ansehen des Aristoteles verdanken, so bringt ihn alles das aufser Fassung und erschreckt ihn. Ich meine, ich höre ihn es selber sagen: Zu wem sollen wir künftig unsere Zuflucht nehmen, der unsere Streitigkeiten entschiede, wenn Aristoteles entthront ist? Zu welchem anderen Autor sollen wir uns in den Schulen, den Akademieen, den Wissenschaften bekennen? Welcher Philosoph hat alle Teile der Naturphilosophie abgehandelt und zwar in so konsequenter Durchführung, ohne eine einzige Lücke in den Schlufsketten? Und so soll jener Bau veröden, in dem so viele Wanderer ein Obdach gefunden? jene Zuflucht, jenes Heiligtum zerstört werden, wo so viele Wissensdurstige behaglich sich erquicken, wo, ohne den Unbilden der Witterung sich auszusetzen, man Naturerkenntnis gewinnt, wenn man nur ein paar Blätter umzuwenden versteht? Soll jenes Bollwerk geschleift werden, wo man geschützt war vor jeglichem feindlichen Angriff? Ich fühle Mitleid mit ihm, wie mit jenem Manne, der unter ungeheuerem Zeit- und Geldaufwand mit Hilfe von hundert und aber hundert Werkleuten einen herrlichen Palast hat aufführen lassen und dann sehen mufs, wie er der mangelhaften Grundmauern halber einzustürzen droht. Um nicht zu seinem Herzeleid die Mauern zerstört zu sehen, die mit reizenden Bildern geschmückt sind; die Säulen zertrümmert, welche die prächtigen Galerieen stützen; die vergoldeten Decken eingestürzt, die Giebel und den Marmorfries zerfallen, sucht er dann wohl mit Ketten, Pfosten, Pfeilern, Stützmauern und Streben dem Einsturz vorzubeugen.

Ergüsse Simplicios.

Salv. Nein, solchen Zusammenbruch braucht Signore Simplicio noch nicht zu fürchten; ich würde mit viel geringerem Aufwande es übernehmen, ihn vor Schaden sicher zu stellen. Die Gefahr liegt nicht vor, dafs eine so grofse Menge gescheiter und scharfsinniger Philosophen von ein paar Lärmmachern sich ins Bockshorn jagen lassen. Sie brauchen gegen diese nicht einmal die Spitzen ihrer Federn zu richten, ihr blofses Stillschweigen genügt, um sie der Verachtung

Peripatetische Philosophie unveränderlich.

und dem Gelächter des Publikums preiszugeben. Wie eitel ist doch der Glaube, man könne einer neuen Wahrheit Eingang verschaffen durch Widerlegung des und jenes Autors. Erst mufs man verstehen, die Köpfe der Menschen umzuformen und sie fähig machen zwischen Wahrheit und Irrtum zu unterscheiden; das aber vermag blofs Gott allein. — Doch wohin sind wir von einem Gegenstand zum anderen geraten? Ich finde meinen Weg nicht zurück, wenn Euer Gedächtnis mir ihn nicht zeigt.

Simpl. Ich erinnere mich sehr wohl. Wir waren bei den Entgegnungen Antitychos auf die Einwände gegen die Unveränderlichkeit des Himmels stehen geblieben; Ihr brachtet dabei die von ihm nicht berührte Frage der Sonnenflecken zur Sprache. Ihr wolltet dann, glaube ich, seine Erwiderung auf den Einwand der neuen Sterne in Erwägung ziehen.

Salv. Jetzt besinne ich mich, was noch zu thun ist. Um also fortzufahren, so glaube ich, dafs an den Entgegnungen Antitychos mancherlei auszusetzen ist. Erstens: wenn die beiden neuen Sterne, die er nicht umhin kann an die höchsten Teile des Himmels zu versetzen, die ferner von langer Dauer waren und schliefslich verschwanden, ihn an der Unveränderlichkeit des Himmels nicht irre machen, weil sie nicht festbestimmte Teile desselben seien, noch auch Veränderungen an altbekannten Sternen, wozu dann diese Angst und Sorge wegen der Kometen und das Bemühen, sie mit aller Gewalt von den himmlischen Regionen auszuschliefsen? War es nicht genug, wenn man von ihnen dasselbe wie von den neuen Sternen sagte? weil sie nämlich keine festbestimmten Teile des Himmels sind, noch Veränderungen an einem der himmlischen Sterne, so können sie weder dem Himmel, noch der Lehre des Aristoteles Abtrag thun. Zweitens kann ich mich nicht in seine Auffassung hineindenken, wenn er auf der einen Seite zugiebt, dafs etwaige Veränderungen der Sterne allerdings die Sonderrechte des Himmels aufheben würden, wie die Unzerstörbarkeit u. s. w. und zwar deswegen, weil die Sterne einstimmig für himmlische Gebilde gehalten werden; wenn er demgegenüber aber keinen Anstofs an der Unveränderlichkeit desselben nimmt, sobald die nämlichen Änderungen aufserhalb der Gestirne an dem übrigen Himmelsgewölbe vor sich gehen. Hält er den Himmel etwa nicht für ein himmlisches Gebilde? Ich wenigstens glaubte immer, die Sterne hiefsen Himmelskörper wegen ihrer Stellung am Himmel, oder weil sie aus der nämlichen Substanz wie der Himmel bestünden, und meinte demgemäfs, dafs der Himmel himmlischer sei wie sie, ebenso wie es nichts Irdischeres oder Feurigeres giebt als die Erde und das Feuer selbst.

Wenn er sodann der Sonnenflecken keinerlei Erwähnung thut, von welchen klar bewiesen ist, dafs sie entstehen und sich wieder auflösen, dafs sie in unmittelbarer Nähe des Sonnenkörpers sich befinden und mit ihm oder um ihn sich drehen, so erweckt mir dies den Verdacht, jener Autor schreibe wahrscheinlich mehr anderen zu liebe, als zu eigener Befriedigung. Ich glaube das, weil er sich als Kenner der Mathematik zeigt und darum unmöglich die Beweise unterschätzen kann, dafs besagte Gebilde der Sonnenoberfläche angehören und in so gewaltigem Umfange ein Entstehen und Vergehen darthun, wie es auf Erden niemals stattfindet. Wenn nun dergleichen Veränderungen in solchem Mafse und in solcher Häufigkeit auf dem Sonnenballe selbst vor sich gehen, der mit Recht für einen der vornehmsten Teile des Himmels gelten kann, welcher Grund soll dann ausreichen, um uns von der Unmöglichkeit ähnlicher Vorgänge auf anderen Weltkörpern zu überzeugen?

Sagr. Ich kann nur mit gröfster Verwunderung, ja mit gröfstem innerem Widerstreben anhören, dafs die Eigenschaften des Unbeeinflufsbaren, Unveränderlichen, Unwandelbaren u. s. w. den Naturkörpern, welche das Weltall zusammensetzen, als etwas Vornehmes und Vollkommenes zugeschrieben werden, und im Gegensatze dazu die Wandelbarkeit, Erzeugbarkeit, Veränderlichkeit u. s. w. als etwas sehr Unvollkommenes gelten sollen. Ich für mein Teil halte die Erde für höchst vornehm und bewundernswert gerade wegen der vielen verschiedenartigen Wandelungen, Veränderungen, Erzeugungen u. s. w., die ohne Unterlafs auf ihr sich abspielen. Wäre sie im Gegenteil keiner Änderung unterworfen, sondern nichts als eine Sandwüste oder eine Jaspiskugel, oder wären zur Zeit der Sintflut die Gewässer, welche sie überfluteten, gefroren und hätte sie sich in eine unermefsliche Eiskugel verwandelt, wo nichts entsteht, noch vergeht, noch sich verändert, so würde ich sie für ein auf der Welt unnützes Ding, für müfsig und, um es herauszusagen, für überflüssig erachten, so gut als wäre sie in der Natur gar nicht vorhanden: sie würde mir wie ein totes Wesen verglichen mit einem lebenden erscheinen. Dasselbe gilt auch vom Monde, vom Jupiter und allen anderen Weltkugeln. Je eingehender ich mich in die Nichtigkeiten der landläufigen Denkweise hineinversetze, um so leichtfertiger und thörichter finde ich sie. Welche gröfsere Thorheit kann man sich vorstellen, als wenn man Edelsteine, Silber und Gold für Kostbarkeiten erklärt, die Erde und den Schlamm aber für völlig wertlose Dinge? Kommt es denn solchen Leuten gar nicht in den Sinn, dafs, wäre die Erde so selten, wie die höchst geschätzten Kleinodien und Metalle, es keinen Fürsten gäbe, der nicht

Erzeugbarkeit und Veränderung bedingen gröfsere Vorzüge der Weltkörper als die entgegengesetzten Eigenschaften.

Die Erde vornehm wegen der vielen auf ihr stattfindenden Veränderungen.

Erde unnütz und müfsig ohne Veränderungen.

Die Erde vornehmer als Gold und Edelsteine.

gerne eine Menge von Diamanten und Rubinen und vier Fuhren Goldes hingäbe, um nur soviel Erde zu erkaufen, als man braucht, um einen Jasminstrauch in ein kleines Gefäfs zu pflanzen oder einen chinesischen Pomeranzenstrauch[61]) zu säen, um zu beobachten, wie er keimt, wächst, so schönes Laub hervorbringt, so duftende Blüten und so liebliche Früchte! Also nur die Seltenheit oder Häufigkeit verleiht in den Augen der Menge einer Sache Wert oder Unwert; sie nennt einen Diamanten herrlich, weil er klarem Wasser ähnlich ist und würde ihn doch nicht gegen zehn Tonnen Wassers hingeben. Wer die Unvergänglichkeit, die Unveränderlichkeit u. s. w. so hoch schätzt, fühlt sich, wie ich glaube, durch den lebhaften Wunsch, recht lange in dieser Welt zu weilen und durch die Furcht vor dem Tode dazu gedrängt. Man bedenkt nicht, dafs, wenn die Menschen unsterblich wären, ihnen nichts daran läge auf die Welt zu kommen. Solche Leute verdienten durch den Anblick eines Medusenhauptes in eine Bildsäule von Jaspis oder Diamant verwandelt zu werden, um höhere Vollkommenheit zu erlangen.

Seltenheit und Häufigkeit verleihen den Dingen Wert und Unwert.

Unsterblichkeit von den Leuten aus Furcht vor dem Tode hochgeschätzt.

Wer die Zerstorbarkeit schmacht, verdient in eine Bildsäule verwandelt zu werden.

Salv. Vielleicht wäre ihnen eine solche Metamorphose ganz vorteilhaft; denn besser ist es meines Dafürhaltens gar nicht zu denken als verkehrt zu denken.

Simpl. Unzweifelhaft ist die Erde viel vollkommener, wenn sie, wie es wirklich der Fall, wandelbar und veränderlich ist, als wenn sie eine Steinmasse wäre selbst von härtestem und unempfindlichstem Diamant. Aber ebensosehr, wie die Eigenschaften der Erde ihr Vornehmheit verleihen, würden sie die Himmelskörper unvollkommener machen, an welchen sie überflüssig wären. Haben doch die Himmelskörper wie die Sonne, der Mond und die übrigen Gestirne, welche nur zu Dienstleistungen für die Erde bestimmt sind, für diesen Zweck nichts weiter nötig als ihre Bewegung und ihr Licht.

Die Himmelskörper sind zum Dienste der Erde bestimmt und brauchen daher nur Bewegung und Licht zu besitzen.

Sagr. Also hat die Natur so mächtige, vollkommene und edele Himmelskörper nur darum unveränderlich, unvergänglich, göttlich geschaffen und hingestellt, um der veränderlichen, hinfälligen und vergänglichen Erde zu dienen? dem zu dienen, was Ihr die Hefe der Welt, den Bodensatz alles Unreinen nennt? Und wozu den Himmelskörpern Unsterblichkeit verleihen, um einem Vergänglichen zu dienen? Nehmt die einzige nützliche Dienstleistung der Erde gegenüber hinweg, so fehlt der unzähligen Schar der Himmelskörper jeder Nutzen, jeder Zweck; denn sie haben unter einander keine Wechselwirkung und können keine haben, da sie sämtlich unwandelbar, unveränderlich, unempfindlich sind. Ist z. B. der Mond unempfindlich, was soll die Sonne oder sonst ein Gestirn an ihm wirken? Sicherlich weit weniger,

Die Himmelskörper haben keine Wechselwirkung unter einander.

als wer durch den blofsen Blick oder Gedanken eine grofse Masse Goldes schmelzen wollte. Ferner, meine ich, müssen die Himmelskörper, um zum Entstehen und zum Wechsel auf Erden beizutragen, notwendig selbst veränderlich sein. Denn meiner Auffassung nach wäre sonst das Eingreifen des Mondes oder der Sonne in irdische Verhältnisse dasselbe, als wenn man der Braut einen Bräutigam von Marmor gesellte und aus solcher Verbindung Nachkommen erwartete.

Die Veränderlichkeit haftet nicht an dem Erdball im ganzen, sondern an gewissen Teilen.

Simpl. Die Vergänglichkeit, die Veränderung, der Wechsel u. s. w. haften nicht an dem gesamten Erdball, der als Ganzes nicht weniger ewig ist als Sonne und Mond; Erzeugung und Untergang kommen nur seinen äufseren Teilen zu. Allerdings aber sind Entstehen und Vergehen an diesen beständig und bedürfen demgemäfs ewiger Einwirkung seitens der Himmelskörper; darum müssen notwendig die Himmelskörper ewig sein.

Sagr. Alles sehr wohl; wenn aber durch die Vergänglichkeit der oberflächlichen Teile der Ewigkeit des ganzen Erdballs kein Eintrag geschieht, wenn ihm vielmehr diese Erzeugbarkeit, Vergänglichkeit, Veränderlichkeit u. s. w. zur Zierde und Vollkommenheit gereicht, warum könnt und dürft Ihr nicht Veränderungen, Erzeugungen u. s. w. gleicherweise an den äufseren Teilen der Himmelskörper zugeben? Ihr verleiht ihnen damit einen Schmuck, ohne ihre Vollkommenheit zu verringern oder ihren Einfluss aufzuheben; ja Ihr werdet ihn noch vergröfsern, wenn Ihr ihn nicht auf die Erde beschränkt, sondern sie auch unter einander wirken lafst und umgekehrt auch die Erde auf sie.

Himmelskörper an ihrer Oberfläche veränderlich.

Simpl. Das ist unmöglich, weil das Entstehen, die Veränderung u. s. w., die etwa auf dem Monde stattfände, unnütz und vergeblich wären *et natura nihil frustra facit.*

Sagr. Und warum wären sie unnütz und vergeblich?

Erzeugung und Veränderung auf Erden sind zum Wohle des Menschen bestimmt.

Simpl. Weil wir deutlich sehen und mit Händen greifen können, dafs alle auf Erden stattfindenden Veränderungen ohne Ausnahme mittelbar oder unmittelbar zum Nutzen, zur Annehmlichkeit, zum Vorteil des Menschen bestimmt sind. Zur Annehmlichkeit des Menschen entstehen Pferde, zur Speise der Pferde bringt die Erde Gras hervor und die Wolken bewässern es. Zur Annehmlichkeit und Nahrung des Menschen werden Kräuter, Feldfrüchte, Obst, wilde Tiere, Vögel, Fische erzeugt: kurz, wenn wir alles das sorgfältig prüfen und zergliedern, werden wir als Zweck, zu dem sie bestimmt sind, das Bedürfnis, den Nutzen, die Annehmlichkeit und das Vergnügen des Menschen erkennen. Nun, welchen Nutzen könnten jemals dem Menschengeschlecht die Produkte des Mondes oder eines anderen Planeten bringen? Ihr müfstet denn sagen, dafs auch auf dem Monde Menschen wohnen,

die seine Früchte genössen; ein märchenhafter, wo nicht gottloser Gedanke.[62])

Der Mond bringt keine den unsrigen ähnliche Erzeugnisse hervor und ist nicht von Menschen bewohnt.

Sagr. Dafs der Mond oder ein anderer Planet Kräuter, Bäume und Tiere ähnlich den unseren hervorbringt, dafs dort Regen, Winde, Gewitter hausen wie rings um die Erde, weifs ich nicht und glaube ich nicht; noch viel weniger, dafs er von Menschen bewohnt ist. Nur verstehe ich nicht, warum man notwendig schliefsen soll, dafs, sobald dort keine den irdischen ähnliche Dinge erzeugt werden, überhaupt keine Erzeugung auf ihm stattfindet, dafs nicht andere Dinge dort sein können, die sich verändern, entstehen, sich auflösen, die nicht nur von den unsrigen verschieden, sondern auch unserer Phantasie völlig entrückt und für uns geradezu unvorstellbar sind. Gleichwie sicherlich jemand, der in einem ungeheueren Walde geboren und unter Raubtieren und Vögeln aufgewachsen ist, der aber niemals das Element des Wassers hat kennen lernen, unmöglich eine Vorstellung davon haben kann, dafs es in der Natur eine andere Welt giebt, verschieden von der Erde, angefüllt mit Tieren, welche sich ohne Beine und ohne Flügel geschwind bewegen und zwar nicht blofs über die Oberfläche hin, wie die vierfüfsigen Tiere über die Erde, sondern durch alle Höhen und Tiefen; die nicht nur sich bewegen, sondern an jeder beliebigen Stelle sich ausruhen können, ohne sich zu bewegen, was die Vögel in der Luft nicht zu thun imstande sind; dafs ferner dort auch Menschen wohnen, die Paläste und Städte bauen, die ganz bequem ohne Ermüdung mit Kind und Kegel, Haus und Hof in die entferntesten Länder reisen können; gleichwie sicherlich jemand in dieser Lage, und habe er die mächtigste Einbildungskraft, niemals Fische, Ocean, Schiffe, Flotten, eine bewaffnete Seemacht sich vorstellen könnte, ebenso und in noch höherem Grade kann es auf dem Monde, der so weit von uns entfernt ist und möglicherweise aus einem von der Erde ganz verschiedenen Stoffe besteht, Substanzen geben und können dort Vorgänge sich abspielen, die nicht nur weit ab von unserem Vorstellungskreise, sondern völlig aufserhalb desselben liegen, weil sie nicht die geringste Verwandtschaft mit irdischen Verhältnissen aufweisen und darum völlig unausdenkbar sind. Mufs ja doch jedes Phantasiegebilde entweder ein schon wahrgenommenes Ding wiedergeben oder eine Verbindung von früher wahrgenommenen Dingen und Teilen sein, wie die Sphinxe, Sirenen, Chimären, Centauren u. s. w.

Auf dem Monde möglicherweise Erzeugnisse, die von den unseren verschieden sind.

Wer das Element des Wassers nicht kennt, kann sich weder Schiffe noch Fische vorstellen.

Salv. Ich habe mich oft in Phantasieen ergangen über dergleichen Dinge und schliefslich glaube ich wohl manches anständig machen zu können, was auf dem Monde nicht ist und nicht sein kann; aber auch nicht das Geringste, wovon ich glaubte, es sei dort oder könne auch

nur dort sein, es sei denn nur ganz im allgemeinen Geschöpfe, die ihm zum Schmucke gereichen, indem sie wirken, sich bewegen und leben, vielleicht ganz anders wie wir, die die Gröfse und Schönheit der Welt und ihres Schöpfers und Lenkers mit Staunen schauen und mit unaufhörlichem Preisen seinen Ruhm singen, kurz nach meiner Auffassung, das bethätigen, was in den heiligen Schriften so häufig versichert wird, die beständige Verherrlichung Gottes durch alle Geschöpfe.

Auf dem Monde kann es Stoffe geben, die von unseren verschieden sind.

Sagr. Dies sind Dinge, die, ganz allgemein zu reden, auf ihm möglicherweise vorhanden sind. Doch möchte ich gerne solche erwähnen hören, die nach Ihrer Ansicht dort nicht sind und nicht sein können und die sich gewifs mehr ins einzelne aufzählen lassen.

Salv. Merkt, Signore Sagredo, dafs wir nun zum dritten Male Schritt für Schritt, ohne es zu merken, von unserem Hauptvorhaben abgekommen sind und dafs wir bei dergleichen Abschweifungen spät mit unserer Untersuchung zu Ende kommen werden. Wenn wir also diesen Gegenstand aufsparen wollen, ebenso wie die übrigen, die wir für eine besondere Sitzung aufzuschieben beschlossen haben, so wird es wohl das Beste sein.

Sagr. Da wir gerade beim Monde sind, erledigen wir, bitte, das, was hierher gehört, um nicht noch einmal einen so weiten Weg zurücklegen zu müssen.

Salv. Euer Wille geschehe. Um mit ganz allgemeinen Verhältnissen zu beginnen, so glaube ich, dafs der Mondball trotz mancher Übereinstimmung mit der Erde dennoch von ihr sehr verschieden ist. Ich will zuerst die Ähnlichkeiten, dann die Verschiedenheiten nennen. Sicher ist der Mond hinsichtlich der Gestalt der Erde ähnlich; denn diese ist unzweifelhaft kugelförmig, wie sich mit Notwendigkeit aus seinem stets kreisförmigen Aussehen ergiebt, sowie aus der Art und Weise seiner Beleuchtung seitens der Sonne. Wäre nämlich seine Oberfläche eben, so würde sie in einem und demselben Augenblicke in ihrer ganzen Ausdehnung vom Sonnenlichte getroffen, wie auch später auf einmal des Lichtes beraubt werden, nicht aber die Teile zuerst, welche nach der Sonne gekehrt sind und dann allmählich die benachbarten, so dafs erst in der Opposition[65]) die ganze scheinbare Scheibe erleuchtet wird. Gerade das Gegenteil davon würde stattfinden, wenn die sichtbare Oberfläche konkav wäre; in diesem Falle nämlich müfste die Beleuchtung auf der von der Sonne abgewendeten Seite beginnen. Zweitens ist der Mond, wie die Erde, an und für sich dunkel und undurchsichtig, durch welch letztere Eigenschaft er imstande ist, das Sonnenlicht aufzufangen und zurückzuwerfen, was anderenfalls unmöglich wäre. Drittens halte ich seine Substanz für sehr dicht und fest,

Erste Ähnlichkeit zwischen Mond und Erde: die der Gestalt.

Beweis durch die Art der Beleuchtung seitens der Sonne.

Die zweite Ähnlichkeit ist die Dunkelheit des Mondes und der Erde.

ebenso sehr wie die der Erde, was deutlich erhellt aus der gröfsten- Drittens: Die Substanz des Mondes wie die der Erde dicht und gebirgig.
teils unebenen Oberfläche, die, mit dem Fernrohr betrachtet, zahlreiche Erhabenheiten und Vertiefungen aufweist. Solcher Erhabenheiten giebt es viele, welche in aller und jeder Beziehung unseren rauhesten und abschüssigsten Gebirgen ähneln. Etliche darunter sind langgestreckt und ihre Ausläufer sind Hunderte von Meilen lang; andere sind in gedrängteren Gruppen: auch giebt es viele abgesonderte und isolierte Klippen von ungeheuerer Steilheit und Schroffheit. Was man aber in gröfster Zahl wahrnimmt, sind gewisse sehr hohe Dämme — ich gebrauche diesen Ausdruck, weil mir kein anderer bezeichnenderer einfällt — welche Plateaus von verschiedener Gröfse einschliefsen und umgeben und mannigfaltige Formen besitzen, vornehmlich aber kreisförmige. Bei vielen befindet sich in der Mitte ein Berg von bedeutender Höhe; einige wenige sind mit einer ziemlich dunkeln Masse erfüllt, ähnlich der, welche die mit bloßem Auge sichtbaren Flecken zusammensetzt: diese letzteren sind die gröfsten Flächen. Die Zahl der kleinen und ganz kleinen ist aufserordentlich grofs, und auch sie sind alle kreisförmig. Viertens: wie die Oberfläche unseres Erdballs in Viertens: Der Mond zerfällt in zwei Hauptpartieen, nämlich in Land und Wasser, so sehen wie die Erde in Meer und Land zerfällt.
wir auf der Mondscheibe einen bedeutenden Unterschied zwischen mehr und minder glänzenden Feldern. Damit würde meines Erachtens das Aussehen der Erde grofse Ähnlichkeit haben, wenn man sie vom Monde oder aus ebenso grofser Entfernung vom Sonnenlichte beleuchtet beobachten könnte: und zwar würde die Meeresoberfläche dunkeler, die des Landes heller erscheinen.[61]) Fünftens: gerade wie wir von der Erde aus den Mond bald voll erleuchtet erblicken, bald nur zur Hälfte, bald mehr, bald weniger, bisweilen sichelförmig und gerade wie er manchmal ganz unsichtbar wird, nämlich dann, wenn die Sonnenstrahlen seine Rückseite treffen, so dafs die der Erde zugewandte Seite finster bleibt, ganz ebenso würde vom Monde aus, mit aufs Haar gleichen Perioden und denselben Phasenunterschieden die Beleuchtung der Erdoberfläche durch die Sonne sich ausnehmen. Sechstens ...

Sagr. Etwas langsamer, Signore Salviati: dafs die Beleuchtung der Erde hinsichtlich der Phasenverschiedenheiten dem Beobachter auf dem Monde einen ähnlichen Anblick gewährt, wie ihn uns der Mond darbietet, verstehe ich sehr wohl, aber ich begreife noch nicht, warum diese Phasenänderungen sich in derselben Periode vollziehen. Bewirkt doch die Beleuchtung der Sonne auf Erden dasselbe in 24 Stunden, was auf der Mondoberfläche in einem Monate vor sich geht.

Salv. Allerdings gebraucht die Sonne, um diese beiden Körper zu erleuchten und die gesamte Oberfläche mit ihrem Lichte zu treffen,

bei der Erde einen gewöhnlichen Tag, bei dem Monde einen Monat; davon allein aber hängen die Gestaltsverschiedenheiten nicht ab, welche die beleuchteten Teile der Erde dem Beobachter auf dem Monde zeigen würden, sondern auch von der relativen Stellung des Mondes zur Sonne. Würde z. B. der Mond genau der Bewegung der Sonne folgen und etwa stets in gerader Linie zwischen ihr und der Erde stehen in demjenigen Aspekte, den wir Konjunktion nennen, so würde er stets die der Sonne zugewendete Seite erblicken, sie also beständig in voller Beleuchtung vor sich haben. Wenn der Mond im Gegenteil stets mit der Sonne in Opposition sich befände, so würde er niemals die Erde sehen, da deren unbeleuchtete, also unsichtbare Seite beständig gegen denselben gekehrt wäre. Befindet sich aber der Mond in Quadratur mit der Sonne, so wird von der dem Monde zugekehrten Erdhalbkugel die der Sonne zugekehrte Hälfte beleuchtet, die andere von der Sonne abgewendete hingegen dunkel sein: es würde also der beleuchtete Teil der Erde vom Monde aus in Gestalt eines Halbkreises erscheinen.

Sagr. Jetzt verstehe ich alles sehr wohl; ich begreife nun vollständig, dafs der Mond, wenn er die Opposition zur Sonne verläfst, in welcher er von dem erleuchteten Teile der Erde nichts sehen konnte, und wenn er dann von Tag zu Tag der Sonne sich nähert, allmählich anfängt einen kleinen Teil der beleuchteten Erde zu erblicken, und zwar sieht er diesen in Form einer schmalen Sichel wegen der Kugelgestalt der Erde. Indem der Mond dann bei seiner Bewegung von Tag zu Tag in gröfsere Nähe zu der Sonne gelangt, erblickt er immer mehr von der beleuchteten Erdhalbkugel, sodafs er in der Quadratur gerade die Hälfte derselben sieht, wie wir ebensoviel von ihm erblicken. Wenn er sodann sich der Konjunktion nähert, wird für ihn allmählich ein gröfserer Teil der beleuchteten Oberfläche sichtbar; schliefslich in der Konjunktion sieht er die vollständige Hemisphäre beleuchtet. Kurzum ich sehe vollständig ein, dafs die gleichen Veränderungen, welche die Erdbewohner am Monde wahrnehmen, dem Beobachter der Erde vom Standpunkte des Mondes aus erscheinen würden, nur in umgekehrter Reihenfolge. Wenn nämlich der Mond uns voll erscheint und in Opposition zur Sonne, so würde für ihn die Erde in Konjunktion mit der Sonne sich befinden, also dunkel erscheinen und unsichtbar sein. Der Zustand hingegen, der für uns eine Konjunktion des Mondes mit der Sonne ist, wo wir also Neumond haben und den Mond nicht sehen, ist vom Standpunkte des Mondes Opposition der Erde zur Sonne, gewissermafsen Vollerde, d. h. die Erde erscheint voll beleuchtet. Mit einem Worte: ein so grofser Teil der Mondoberfläche uns jeweilig erleuchtet erscheint, ein ebenso grofser Teil der Erde würde gleichzeitig vom

Monde aus dunkel aussehen, und soviel für uns vom Monde unbeleuchtet bleibt, soviel von der Erde ist für den Mond beleuchtet, sodafs nur bei den Quadraturen gleichzeitig wir den Mond als Halbkreis, und ein Beobachter auf dem Monde die Erde als Halbkreis erblicken würde. In einer Hinsicht nur scheinen mir diese wechselseitigen Beziehungen sich von einander zu unterscheiden: angenommen nämlich, nicht zugegeben, es befände sich jemand auf dem Monde, der von dort aus die Erde betrachten könnte, so würde er jeden Tag die ganze Erdoberfläche zu Gesicht bekommen vermöge der 24- oder 25-stündigen Dauer der Bewegung des Mondes um die Erde.[65]) Wir aber sehen niemals mehr als die Hälfte des Mondes, da er sich nicht um seine Axe dreht, wie er es müfste, um sich uns von allen Seiten zu zeigen.

Salv. Es sei denn, dafs umgekehrt gerade durch eine Drehung um sich selber die Unsichtbarkeit der anderen Hälfte bewirkt wird; denn diese Annahme wäre für den Fall der epicyklischen Bewegung zu machen.[66]) Aber Ihr vergefst einen anderen Unterschied, der eine Art von Gegenstück zu dem von Euch hervorgehobenen bildet.

Sagr. Welchen? mir fällt augenblicklich kein anderer ein.

Salv. Es ist der folgende. Wenn die Erde, wie Ihr mit Recht bemerkt, nur die Hälfte des Mondes erblicken kann, so sieht dafür jeder Teil der Erde den Mond; hingegen kann man nur von der einen Hälfte des Mondes aus die Erde erblicken. Denn die Bewohner der oberen für uns unsichtbaren Mondhemisphäre — wenn dieser Ausdruck gestattet ist — entbehren des Anblicks der Erde; es sind dies vielleicht die Antichthonen.[67]) — Bei dieser Gelegenheit fällt mir eine neuerdings von unserem Akademiker am Monde gemachte Beobachtung ein, die notwendig zu zwei Folgerungen Anlafs giebt.[68]) Die eine ist die, dafs wir ein wenig mehr als die Hälfte des Mondes erblicken; die andere, dafs die Bewegung des Mondes genauen Bezug zum Mittelpunkt der Erde hat. Der Vorgang und die Beobachtung bestehen in folgendem. Wenn der Mond eine Korrespondenz und natürliche Sympathie mit der Erde haben sollte, sodafs er mit irgendeinem ganz bestimmten Teile seines Körpers gegen sie hingerichtet ist, so mufs notwendig die gerade Linie, welche die beiden Mittelpunkte verbindet, immer durch denselben Punkt der Mondoberfläche gehen. Wer somit vom Erd mittelpunkte aus den Mond beobachtete, würde immer genau dieselbe Scheibe erblicken, von stets gleicher Grenze umzogen. Befindet sich aber jemand auf der Erdoberfläche, so wird der Strahl, der von seinem Auge zum Centrum der Mondkugel geht, nicht durch denselben Punkt der Mondoberfläche gehen, durch welchen die Verbindungslinie der

Die ganze Erde sieht nur die Hälfte des Mondes, und nur die Hälfte des Mondes sieht die ganze Erde.

Von der Erde aus sieht man mehr als die Hälfte des Mondballs.

Centren läuft, es sei denn der Mond im Zenith des Beobachters; wenn derselbe jedoch im Osten oder Westen steht, liegt auf ihm der Fufspunkt der Gesichtslinie über dem Fufspunkte der Centrallinie, und darum wird ein Teil der Mondkugel gegen den oberen Rand hin sichtbar, während ebensoviel vom unteren Teil verschwindet. Ein Teil wird sichtbar, sage ich, und ein Teil verschwindet, verglichen mit der Halbkugel, welche man vom Erdmittelpunkte aus erblicken würde. Da nun der Teil des Mondes, der beim Aufgange sich oben befindet, beim Untergange unten ist, so wird ein recht deutlicher Unterschied im Aussehen dieser oberen und unteren Teile sich bemerkbar machen, indem von den Flecken und den übrigen bemerkenswerten Eigentümlichkeiten dieser Teile einige hervortreten, andere verschwinden. Eine ähnliche Veränderung müfste man auch am nördlichen und südlichen Ende derselben Scheibe bemerken, je nachdem der Mond sich in dem oberen oder unteren Teile seines Drachens befindet. Wenn er nämlich mehr nach Norden steht, so wird uns ein Teil seines nördlichen Randes verborgen, und ein Stück am südlichen taucht auf; und ebenso umgekehrt. Dafs nun diese Folgen sich thatsächlich einstellen, darüber vergewissert uns das Fernrohr. Es befinden sich zwei besondere Flecke auf dem Monde, von denen der eine, wenn der Mond den Meridian passiert, nach Nordwesten gewendet ist, der andere ihm fast diametral gegenüber liegt. Der erste ist auch ohne Fernrohr sichtbar, nicht so der zweite. Der gegen Nordwesten gekehrte ist ein eiförmiges Fleckchen, abseits von den anderen ganz grofsen gestellt; der gegenüberliegende ist kleiner, gleichfalls von den gröfsten abgesondert und in sehr hellem Felde gelegen. An diesen beiden nun lassen sich sehr deutlich die schon genannten Veränderungen beobachten; sie zeigen sich abwechselnd bald nahe dem Rande der Mondscheibe, bald soweit davon entfernt, dafs der Zwischenraum zwischen dem nordwestlichen und dem Umfange der Scheibe das eine Mal mehr als doppelt so grofs ist wie das andere Mal. Bei dem anderen Fleck macht besagte Schwankung, weil er dem Umfange näher steht, von einem Male zum anderen mehr als das Dreifache aus. Daraus ergiebt sich, dafs der Mond, wie durch magnetische Kraft gebannt, stets mit seiner einen Fläche der Erde zugekehrt ist und niemals den Blick von ihr wendet.

Zwei Flecken auf dem Monde, deren Beobachtung ergiebt, dafs er bei seiner Bewegung nach dem Erdmittelpunkt hin gerichtet bleibt.

Sagr. Wann werden die neuen Beobachtungen und Entdeckungen mit diesem wunderbaren Werkzeuge ein Ende nehmen?

Salv. Wenn die Fortschritte auf diesem Gebiete gleichen Schritt mit anderen grofsen Erfindungen halten, ist zu hoffen, dafs man im Verlauf der Zeit dahin gelangt, Dinge zu sehen, die sich unsere Phantasie vorläufig nicht ausmalen kann. Um aber zu unserem Gegen-

stande zurückzukehren, nenne ich als sechste Übereinstimmung zwischen Mond und Erde, dafs ebenso wie der Mond einen grofsen Teil der Zeit uns die mangelnde Sonnenbeleuchtung ersetzt und unsere Nächte durch Zurückwerfung des ihm von der Sonne zugesandten Lichtes erhellt, so auch die Erde zur Vergeltung durch Reflexion der Sonnenstrahlen auf ihm, wenn er es am nötigsten hat, eine sehr lebhafte Beleuchtung bewirkt, meiner Meinung nach viel lebhafter als die, welche wir von ihm erfahren, um soviel lebhafter nämlich als die Oberfläche der Erde gröfser ist als die des Mondes. Sechstens. Erde und Mond beleuchten sich wechselseitig.

Sagr. Nicht weiter, nicht weiter, Signore Salviati! Gönnt mir die Freude, Euch zu zeigen, wie ich nach dieser ersten Andeutung die Ursache einer Erscheinung begriffen habe, über die ich tausendmal nachgedacht habe, ohne sie begreifen zu können. Ihr wollt sagen, dafs ein eigentümliches zerstreutes Licht auf dem Monde, namentlich wenn er die Sichelform hat, von der Reflexion des Sonnenlichtes an der Erde und dem Meere herrührt[69]); und dieses Licht ist um so heller, je schmäler die Sichel ist, weil alsdann der beleuchtete Teil der Erde, welcher vom Monde aus gesehen werden kann, nach dem eben Bewiesenen gröfser ist. Der beleuchtete Teil der Erde, soweit er dem Monde sichtbar ist, ist nämlich so grofs als der dunkle Teil des Mondes, der gegen die Erde gerichtet ist. Wenn also der Mond eine schmale Sichel bildet und folglich der finstere Teil grofs ist, so ist auch der vom Monde aus sichtbare beleuchtete Teil der Erde grofs und um so wirkungsvoller die Reflexion des Lichtes. Die Erde reflektiert Licht nach dem Monde.

Salv. Genau das wollte ich sagen. Wirklich, es ist ein hoher Genufs, mit urteilsfähigen Leuten von guter Fassungsgabe zu sprechen, namentlich wenn man zwischen gegenüberstehenden Wahrscheinlichkeiten schwankt und eine Entscheidung sucht. Ich habe öfters mit so harten Köpfen zu thun gehabt, dafs, wenn ich zum tausendsten Male ihnen das von Euch selber so rasch Begriffene auseinandergesetzt habe, sie es noch immer nicht verstanden.

Simpl. Wenn Ihr damit sagen wollt, dafs Ihr ihnen das Verständnis dessen, was Ihr meint, nicht habt beibringen können, so wundere ich mich sehr und bin sicher, dafs, wer es bei Euerer Erklärung nicht versteht, es schwerlich bei einer anderen verstehen wird: denn Euere Ausdrucksweise scheint mir aufserordentlich klar. Meint Ihr aber, Ihr hättet sie nicht zu Euerer Überzeugung umgestimmt, so wundert mich das gar nicht; denn ich selbst gestehe zu denen zu gehören, die Euere Auseinandersetzung verstehen, sie aber nicht billigen. Es verbleiben mir vielmehr sowohl hierbei, als teilweise bei den übrigen sechs Ähnlichkeiten vielerlei Bedenken, welche ich

vorbringen werde, sobald Ihr mit Euerer Aufzählung ganz zu Ende sein werdet.

Salv. Der Wunsch, der mich beseelt, einer Wahrheit auf die Spur zu kommen, wobei mir die Einwürfe verständiger Menschen, wie Ihr es seid, sehr förderlich sein können, wird mich sehr kurz sein lassen in dem, was noch erübrigt. Mag daher als siebente Übereinstimmung gelten, dafs sich beide ebensosehr die gegenseitigen Unbilden vergelten, wie die erwiesenen Freundlichkeiten; so kommt es, dafs der Mond, der recht oft in dem vollsten Glanze seiner Beleuchtung durch das Dazwischentreten der Erde zwischen ihn und die Sonne des Lichtes beraubt und verfinstert wird, nun auch seinerseits aus Rache sich zwischen Erde und Sonne stellt und mit seinem Schatten die Erde verdunkelt. Obgleich zwar die Genugthuung die Beleidigung nicht aufwiegt — denn der Mond wird recht oft und sogar recht lange Zeit völlig umnachtet von dem Erdschatten, niemals aber ist die ganze Erde und niemals ist sie für sehr lange von dem Monde verfinstert — so kann man dennoch nicht umhin, in Anbetracht der Kleinheit des Mondes verglichen mit der Gröfse der Erde, gewissermafsen die Tapferkeit seiner Gesinnung anzuerkennen. Soweit die Ähnlichkeiten; es käme jetzt die Reihe an die Unterschiede. Da aber Signore Simplicio uns seine Bedenken gegen jene vorzuführen die Güte haben will, so wird es zweckmäfsig sein, diese zuerst zu hören und zu erwägen, bevor wir weiter gehen.

Siebentens: Erde und Mond verfinstern sich wechselseitig.

Sagr. Ja; denn vermutlich wird Signore Simplicio betreffs der Abweichungen und Unterschiede zwischen der Erde und dem Monde weniger heikel sein, da er ihre Substanz für so völlig verschieden hält.

Simpl. Von den Euererseits angeführten Übereinstimmungen, die Ihr bei dem Vergleich zwischen Erde und Mond hervorhebt, kann ich nur die erste und zwei andere unbeanstandet lassen. Ich gebe die erste zu, nämlich die Kugelgestalt, obgleich auch hierbei ein Haken ist, da ich glaube, dafs die Kugel des Mondes völlig glatt und wie ein Spiegel geschliffen ist, während die Erdkugel, wie wir mit Händen greifen können, ganz rauh und uneben ist. Was jedoch diese Unebenheiten der Oberfläche anlangt, so wird das bei einer anderen der von Euch aufgezählten Ähnlichkeiten in Betracht gezogen; ich behalte mir daher vor, darüber meine Meinung zu äufsern, wenn auf diese die Rede kommt. Dafs der Mond sodann, wie Ihr als zweite Übereinstimmung anführt, undurchsichtig und an und für sich dunkel sei wie die Erde, gebe ich nur bezüglich der Undurchsichtigkeit zu, worüber mir die Sonnenfinsternisse Gewifsheit geben. Wäre nämlich der Mond durchsichtig, so würde der Himmel bei einer totalen Sonnenfinsternis

nicht so dunkel werden, wie er es thatsächlich wird; es würde vielmehr infolge der Durchsichtigkeit des Mondkörpers ein gebrochenes Licht durch ihn herabstrahlen, wie wir es bei sehr dichten Wolken beobachten. Die Frage der Dunkelheit hingegen anlangend, so glaube ich nicht, dafs der Mond ganz und gar der Leuchtkraft ermangelt wie die Erde; vielmehr ist meines Dafürhaltens jene Helligkeit, welche man aufserhalb der schmalen, von der Sonne beleuchteten Sichel an dem übrigen Teile der Scheibe bemerkt, sein eigenes natürliches Licht und nicht ein Reflex der Erde; diese halte ich wegen ihrer aufserordentlichen Rauhigkeit und Dunkelheit für unfähig, die Sonnenstrahlen zu reflektieren. Bei der dritten Parallele stimme ich teilweise mit Euch überein, teilweise bin ich anderer Meinung. Ich bin damit einverstanden, dafs man den Körper des Mondes für sehr fest und hart wie den der Erde zu halten habe, ja für noch weit härter. Denn wenn wir dem Aristoteles entnehmen, der Himmel sei von undurchdringlicher Härte und die Gestirne die dichtesten Teile des Himmels[70]), so ist wohl notwendig, dafs sie höchst fest und völlig undurchdringlich sind.

Sekundares Licht ist das eigene Licht des Mondes.

Die Erde unfähig die Sonnenstrahlen zu reflektieren.

Himmelssubstanz undurchdringlich nach Aristoteles.

Sagr. Wenn man doch ein so hartes und durchsichtiges Baumaterial für Paläste auftreiben könnte, wie es dieser Himmelsstoff ist, wie herrlich wäre das!

Salv. Im Gegenteil, es wäre sehr ungeeignet; denn da die Himmelssubstanz ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit wegen ganz und gar unsichtbar ist, so würde man stets in der gröfsten Gefahr schweben, gegen die Pfosten zu stofsen und sich den Schädel zu zertrümmern, wenn man sich durch die Zimmer bewegt.

Sagr. Dieser Gefahr würde man doch nicht ausgesetzt sein, wenn es wahr ist, was einige Peripatetiker versichern, dafs sie unberührbar sei; wenn man sie nicht einmal berühren kann, so kann man noch weniger gegen sie anstofsen.

Himmelssubstanz unberührbar.

Salv. Dies würde die Sache nicht bessern; denn mag auch die himmlische Substanz nicht berührt werden können, weil sie aller greifbaren Eigentümlichkeiten ermangelt, so kann doch umgekehrt sie die elementaren Körper berühren; und um uns zu verletzen, kommt es auf dasselbe hinaus, wenn sie auf uns stöfst; ja es ist noch schlimmer, als wenn wir gegen sie stiefsen. Aber lassen wir diese Paläste oder richtiger diese Luftschlösser, und halten wir Signore Simplicio nicht auf.

Simpl. Die Frage, die Ihr da beiläufig aufgeworfen habt, bildet ein schwieriges Kapitel der Philosophie und ich kenne darüber sehr schöne Gedanken eines hervorragenden Professors von Padua[71]); es ist

aber hier nicht der Ort darauf einzugehen. Um also wieder zur Sache zu kommen, entgegne ich, dafs meiner Meinung nach der Mond sehr fest ist, fester als die Erde; ich schliefse dies aber nicht mit Euch aus der Rauheit und Unebenheit seiner Oberfläche, sondern gerade umgekehrt daraus, dafs er, gleich unseren härtesten Edelsteinen, fähig ist, eine Glätte und einen Glanz anzunehmen, wie sie der bestgeschliffene Spiegel nicht besitzt; denn derartig mufs seine Oberfläche beschaffen sein, um uns eine so lebhafte Reflexion der Sonnenstrahlen zukommen zu lassen. Jene Erscheinungen sodann, die Ihr Berge, Klippen, Dämme, Thäler u. s. w. nennt, sind alles Täuschungen. Ich bin bei öffentlichen Disputationen zugegen gewesen, wo geradezu gegen solche Neuerer angeführt wurde, dafs derlei Erscheinungen nur von dem gröfseren oder geringeren Grade der Durchsichtigkeit der einzelnen Teile herrühren, aus welchen innen und aufsen der Mond zusammengesetzt ist.[75]) Ähnliches sehen wir oft beim Glase, beim Bernstein und bei vielen gutgeschliffenen Edelsteinen, bei welchen durch die Undurchsichtigkeit einiger Teile und die Durchsichtigkeit anderer scheinbare Vertiefungen und Erhöhungen auf denselben wahrzunehmen sind. Bei dem vierten Punkte gebe ich zu, dafs die Oberfläche des Erdballs von weitem gesehen zweierlei Eindrücke hervorruft, ich glaube aber, dafs dieselben gerade entgegengesetzt den von Euch namhaft gemachten sind: meiner Meinung nach würde nämlich die Oberfläche des Wassers glänzend erscheinen, weil sie glatt und durchsichtig ist, die der Erde hingegen würde sich dunkel ausnehmen wegen ihrer Undurchsichtigkeit und Rauheit, die sie für die Reflexion des Sonnenlichtes wenig geeignet machen. Die fünfte Verwandtschaft anlangend, so gebe ich sie vollständig zu und begreife, dafs, wenn die Erde gleich dem Monde glänzte, sie demjenigen, der sie von dort oben aus betrachtete, unter Formen erscheinen würde, ähnlich denen, welche wir am Monde erblicken; ich begreife auch, wieso die Periode ihrer Beleuchtung und ihres Formenwechsels einen Monat betragen müfste, obgleich die Sonne sie allseitig innerhalb 24 Stunden bestrahlt. Schliefslich habe ich nichts gegen die Behauptung einzuwenden, dafs blofs der halbe Mond die ganze Erde zu Gesicht bekommt, während die ganze Erde blofs die Hälfte des Mondes erblickt. Im übrigen halte ich es für grundfalsch, dafs der Mond Licht von der Erde empfangen kann, die stockfinster ist, undurchsichtig und völlig aufser stande, Sonnenlicht zurückzuwerfen, während der Mond solches allerdings zu uns zurückwirft. Wie gesagt, halte ich das Licht, welches man auf der übrigen Mondfläche aufserhalb der durch Sonnenlicht glänzend erhellten Hörner wahrnimmt, für das dem Monde eigentümliche und natürliche Licht;

Mondoberfläche glatter wie ein Spiegel.

Erhöhungen und Vertiefungen auf dem Monde sind Täuschungen, hervorgerufen durch die verschiedenen Grade der Durchsichtigkeit.

es müfste sonderbar zugehen, wenn mich jemand zu anderer Meinung brächte. Der siebente Punkt, die wechselseitigen Verfinsterungen, mag auch zugegeben werden, wiewohl man eigentlich Sonnenfinsternisse zu nennen pflegt, was Ihr Erdfinsternisse nennen möchtet. Das wäre etwa, was mir vorläufig als Entgegnung gegen Euere sieben Übereinstimmungen in den Sinn kommt. Wenn es Euch beliebt auf diese Einwände etwas zu erwidern, so werde ich es gerne hören.

Salv. Wenn ich Euere Antwort recht verstanden habe, so sind, wie mir scheint, zwischen Euch und uns noch einige Eigenschaften streitig, die ich der Erde und dem Monde gemeinsam beigelegt habe: es sind dies die folgenden. Ihr haltet den Mond für glatt und eben wie einen Spiegel und aus diesem Grunde für geeignet, das Sonnenlicht zu uns zurückzuwerfen, die Erde im Gegenteil, ihrer Rauheit wegen, für unfähig zu einer solchen Reflexion. Ihr gebt zu, der Mond bestehe aus fester harter Masse und folgert dies aus seiner Politur und Glätte und nicht aus seiner gebirgigen Beschaffenheit; als Grund der scheinbaren Gebirgigkeit betrachtet Ihr die gröfsere oder geringere Undurchsichtigkeit oder Durchsichtigkeit seiner Teile. Schliefslich haltet Ihr jenes sekundäre Licht für das eigene Licht des Mondes und glaubt nicht, dafs es von der Erde reflektiert sei. Ich habe wenig Hoffnung, Euch den Irrtum zu benehmen, dafs die Reflexion am Monde mit der eines Spiegels zu vergleichen sei, da ich sehe, dafs die hierauf bezüglichen Stellen des „Goldwägers" und der „Briefe über die Sonne" unseres gemeinsamen Freundes an Euerer Meinung nichts geändert haben, wenn Ihr anders aufmerksam gelesen, was über diesen Gegenstand darin steht.[73])

Simpl. Ich habe es nur ganz obenhin überflogen, weil mir wichtigere Studien so wenig Zeit übrig lassen. Wenn Ihr aber einige dieser Gründe wiederholen wollt oder andere anführen und dadurch meine Bedenken zu überwinden hofft, will ich sie aufmerksamer mit anhören.

Salv. Ich werde angeben, was mir augenblicklich gerade beifällt: möglicherweise ist es eine Mischung meiner eigenen Gedanken und dessen, was ich in genannten Büchern gelesen habe. Ich bin durch sie, wie ich mich sehr wohl erinnere, völlig überzeugt worden, wiewohl die Schlüsse beim ersten Blick mir sehr paradox vorkamen. Wir wollen feststellen, Signore Simplicio, ob, um eine Reflexion des Lichtes zu bewirken ähnlich derjenigen des Mondes, notwendig die reflektierende Oberfläche glatt und eben wie ein Spiegel sein mufs, oder ob zu diesem Zwecke eine nicht glatte und ebene, sondern rauhe und unebene Fläche geeigneter sei. Wenn nun zwei verschiedene Reflexe von zwei uns

gegenüberliegenden Flächen zu uns gelangten, wovon der eine glänzender, der andere weniger glänzend ist, welche der beiden Flächen, glaubt Ihr, erscheint unseren Augen heller und welche dunkler?

Simpl. Ohne Zweifel würde meiner Meinung nach diejenige heller erscheinen, welche mir lebhafteres Licht zusendet, die andere hingegen dunkler.

Salv. Habt nun die Güte und nehmt den Spiegel, der dort an der Wand hängt und lafst uns hinaus in den Hof gehen. Kommt, Signore Sagredo! Hängt den Spiegel dort an die Mauer, wo die Sonne hin scheint. Entfernen wir uns jetzt und ziehen uns in den Schatten zurück. Hier habt Ihr nun zwei vom Sonnenlicht getroffene Flächen, die Mauer und den Spiegel. Sagt mir nun, welche erscheint Euch heller, die Mauer oder der Spiegel? Ihr antwortet nicht?

Ausführlicher Beweis, dafs die Mondoberfläche rauh ist.

Sagr. Signore Simplicio mag antworten, er hat den Einwand gemacht; was mich nämlich betrifft, so bin ich durch diesen ersten Anfang des Versuchs überzeugt, dafs notwendigerweise die Oberfläche des Mondes von unvollkommener Glätte sein mufs.

Salv. Sagt, Signore Simplicio, sobald Ihr diese Mauer mit dem daran befestigten Spiegel zu malen hättet, würdet Ihr dunklere Farben benutzen, wenn Ihr die Mauer oder wenn Ihr den Spiegel malt?

Simpl. Sehr viel dunklere, wenn ich den Spiegel male.

Salv. Wenn nun an der Oberfläche, die sich heller ausnimmt, die Reflexion des Lichtes kräftiger ist, so mufs die Mauer die Sonnenstrahlen kräftiger zurückwerfen als der Spiegel.

Simpl. Sehr schön, mein lieber Herr! Habt Ihr keine besseren Versuche als diese? Ihr habt uns auf einen Fleck gestellt, wohin der Reflex des Spiegels nicht fällt. Aber kommt nur mit mir ein wenig mehr herüber; nun, so kommt doch!

Sagr. Sucht Ihr vielleicht die Stelle, wohin der Spiegel seinen Reflex wirft?

Simpl. Ja, mein Herr.

Sagr. O, seht ihn dort an der gegenüberliegenden Mauer; er ist gerade so grofs, wie der Spiegel und fast so hell, wie wenn die Sonne unmittelbar hinschiene.

Simpl. Kommt also hierher und betrachtet die Oberfläche des Spiegels von da aus; wagt dann noch immer zu behaupten, sie sei dunkler als die der Mauer.

Sagr. Betrachtet sie nur selber, ich habe vorläufig keine Lust mich blind zu machen; ich weifs sehr wohl, ohne sie zu betrachten, dafs ihre Helligkeit an Intensität der Sonne gleichkommt oder wenig nachsteht.

Simpl. Wie könnt Ihr also sagen, der Reflex an einem Spiegel sei weniger lebhaft, als der an einer Mauer? Ich sehe, dafs an der Mauer drüben, wohin sowohl der Reflex der anderen beleuchteten Wand als der des Spiegels gelangt, dieser weit heller ist als jener: ebenso sehe ich, dafs der Spiegel selbst von hier aus mir heller erscheint als die Mauer.

Salv. Euer Scharfsinn ist mir zuvorgekommen; denn gerade dieser Beobachtung bedurfte ich zur Erklärung dessen, was noch fehlt. Ihr bemerkt also den Unterschied, der zwischen den beiden Reflexen an der Fläche der Mauer und an der des Spiegels stattfindet, wiewohl beide genau in der gleichen Weise von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Ihr seht, dafs der von der Mauer herrührende Reflex sich nach allen gegenüberliegenden Punkten ausbreitet, der des Spiegels hingegen blofs nach einer Richtung hin stattfindet, so dafs nur ein Flächenstück von der Gröfse des Spiegels selbst durch ihn beleuchtet wird. Ebenso seht Ihr, wie die Fläche der Mauer, von einem beliebigen Orte aus betrachtet, in ihrer Helligkeit sich gleich bleibt, und zwar überall sehr viel heller erscheint als die Fläche des Spiegels, mit Ausnahme der einzigen kleinen Stelle, wohin der Reflex des Spiegels gelangt; von dort aus nämlich erscheint allerdings der Spiegel viel heller als die Mauer. Mittels dieser sinnlich so leicht wahrnehmbaren und greifbaren Versuche kann man sich, wie mir scheint, mit Leichtigkeit Gewifsheit verschaffen, ob das vom Monde zu uns gelangende reflektierte Licht wie von einem Spiegel oder wie von einer Mauer zurückgeworfen wird, d. h. von einer glatten Fläche oder von einer rauhen.

Sagr. Wenn ich auf dem Monde selber wäre, so könnte ich schwerlich noch deutlicher die Rauheit seiner Oberfläche mit Händen greifen, als sie mir jetzt infolge unserer Untersuchung zum Bewufstsein kommt. In jeder beliebigen Stellung zur Sonne und zu uns betrachtet, zeigt uns der Mond seine von der Sonne getroffene Oberfläche stets gleich hell, eine Erscheinung, die aufs Haar dem entspricht, was die Mauer zeigte, die von jeder beliebigen Stelle aus gesehen, gleich hell erscheint, ganz anders als bei dem Spiegel, der nur von einer Stelle aus glänzend hell sich zeigt, von jeder anderen aber dunkel. Ferner ist das Licht, das vermöge der Reflexion an der Mauer zu mir gelangt, erträglich und schwach im Vergleich zu dem äufserst grellen und blendenden des Spiegels, das fast dem ursprünglichen und direkten Sonnenlichte gleichkommt. So können wir denn auch ohne unangenehme Empfindung das Antlitz des Mondes betrachten, während bei der Annahme, dafs er eine spiegelnde Oberfläche besitze, die noch

dazu ihrer Nähe wegen dieselbe scheinbare Gröfse hat wie die Sonne, sein Glanz unerträglich wäre; wir würden fast glauben eine zweite Sonne vor uns zu haben.

Salv. Bitte, Signore Sagredo, folgert aus meiner Beweisführung nicht mehr, als sich daraus folgern läfst. Ich will Euch einen Einwand machen, der nicht so leicht zu widerlegen sein dürfte. Ihr betrachtet als Hauptunterschied zwischen dem Monde und dem Spiegel, dafs jener das Licht nach allen Seiten gleichmäfsig reflektiert, wie die Mauer, der Spiegel hingegen blofs nach einem bestimmten Orte hin. Ihr folgert daraus, der Mond sei der Mauer ähnlich, nicht dem Spiegel. Darauf entgegne ich, der Spiegel wirft seinen Widerschein darum blofs nach einem Orte hin, weil seine Oberfläche eben ist. Da nun die Reflexion der Strahlen unter demselben Winkel erfolgt wie das Einfallen, so müssen allerdings diese notwendig vereint nach derselben Stelle hin geworfen werden. Die Mondoberfläche ist aber nicht eben, sondern kugelförmig, die auf eine solche Fläche treffenden Strahlen werden gemäfs dem Gesetze von der Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels nach allen Seiten hin zurückgeworfen wegen der nach unendlich vielen Richtungen geneigten Oberflächenteilchen der Kugel; also kann der Mond das reflektierte Licht überallhin entsenden und ist nicht genötigt es nur an eine einzige Stelle zu werfen wie jener Spiegel, der eben ist.

Ebene Spiegel werfen den Reflex nach blofs einer Stelle. sphärische überallhin.

Simpl. Das ist gerade eine der Einwendungen, die ich dagegen erheben wollte.

Sagr. Da es eine ist, so müfst Ihr noch mehrere in Bereitschaft haben: nennt sie also, denn diese erste spricht meiner Meinung nach eher gegen als für Euch.

Simpl. Ihr habt als etwas Selbstverständliches hingestellt, dafs der Reflex an dieser Mauer so hell und leuchtend sei wie der vom Monde zu uns gelangende; ich halte ihn für verschwindend im Vergleich mit diesem. „Denn bei dieser Frage der Beleuchtung mufs „man behutsam sein und die Wirkungssphäre unterscheiden. Und wer „wollte zweifeln, dafs die himmlischen Körper eine gröfsere Wirkungs„sphäre haben als unsere irdischen, die so hinfällig und vergänglich „sind? Was ist schliefslich diese Mauer Anderes als ein wenig dunkle „Erde, unfähig Licht auszustrahlen?“[74])

Die Wirkungssphäre der Himmelskörper gröfser als die der elementaren.

Sagr. Auch hierin irrt Ihr Euch sehr, glaube ich. Ich gehe aber auf den ersten von Signore Salviati erhobenen Einwand ein. Ich überlege mir, dafs es nicht ausreichend ist, um einen Körper sichtbar zu machen, wenn die Strahlen des leuchtenden Körpers auf ihn fallen: es müssen auch die reflektierten Strahlen in unser Auge gelangen, wie

sich deutlich an dem Beispiel jenes Spiegels zeigt. Unzweifelhaft treffen ihn die Lichtstrahlen der Sonne; trotzdem erscheint er uns nur hell und erleuchtet, sobald wir das Auge an einen ganz bestimmten Ort bringen, nach welchem hin die Reflexion stattfindet. Überlegen wir uns jetzt, was eintreten würde, wenn der Spiegel kugelförmig gekrümmt wäre. Unfehlbar werden wir finden, dafs von dem Reflex, der von der ganzen beleuchteten Fläche ausgeht, nur ein ganz kleiner Teil in das Auge eines einzelnen Beobachters gelangt, weil nur ein winziges Teilchen der Gesamtoberfläche der Kugel diejenige Lage hat, welche den Strahl gerade dem Orte des Auges zusendet. Es ist daher nur ein ganz kleiner Teil der Kugelfläche, der dem Auge glänzend erscheint, während alles Übrige sich dunkel ausnimmt. Wenn also der Mond glatt wie ein Spiegel wäre, so würde nur ein ganz kleiner Teil sich den Augen eines einzelnen Beobachters von der Sonne beleuchtet zeigen, trotzdem eine vollständige Halbkugel den Sonnenstrahlen ausgesetzt wäre; der Rest wäre für das Auge des Beschauers so gut wie unbeleuchtet, also unsichtbar; schliefslich überhaupt der ganze Mond unsichtbar, da jenes Teilchen, von dem der Reflex herrührt, wegen seiner Kleinheit und grofsen Entfernung sich der Wahrnehmung entziehen würde. Und wie er selbst unsichtbar bliebe, würde auch die von ihm herrührende Beleuchtung verschwindend sein; denn es ist doch wohl unmöglich, dafs ein leuchtender Körper durch seinen Glanz unsere Dunkelheit erhellt, ohne dafs wir ihn sähen.

Wenn der Mond einem sphärischen Spiegel gliche, wäre er unsichtbar.

Salv. Haltet, bitte, ein, Signore Sagredo; denn der Gesichtsausdruck und die Gesten des Signore Simplicio verraten mir, dafs er entweder nicht recht versteht, was Ihr vollkommen klar und durchaus richtig bemerkt habt, oder es doch nicht billigt. Es fällt mir jedoch eben ein, wie ihm durch einen anderen Versuch jeder Zweifel benommen werden kann. Oben habe ich in einem Euerer Zimmer einen grofsen Kugelspiegel gesehen; lassen wir ihn hierher schaffen und während er gebracht wird, mag Signore Simplicio noch einmal erwägen, wie grofs die Helligkeit ist, die hier an der Wand unter dem Balkon von dem Reflex des ebenen Spiegels herrührt.

Simpl. Ich sehe, dafs sie nicht viel geringer ist, als wenn die Sonne unmittelbar hinschiene.

Salv. So ist es in der That. Nun sagt mir, wenn wir den kleinen ebenen Spiegel wegnehmen und an seine Stelle den grofsen sphärischen setzen, welche Wirkung glaubt Ihr, werde sein Reflex an der nämlichen Wand hervorbringen?

Simpl. Ich glaube, er wird eine weit stärkere und ausgiebigere Beleuchtung hervorbringen.

Salv. Wenn aber keine Beleuchtung stattfindet oder eine so geringe, dafs Ihr sie kaum bemerkt, was werdet Ihr dann sagen?

Simpl. Wenn ich die Wirkung gesehen habe, werde ich über die Antwort nachdenken.

Salv. Hier ist der Spiegel, den ich neben den anderen zu stellen bitte. Zunächst aber betrachten wir den durch den ebenen Spiegel hervorgebrachten Reflex aus der Nähe: achtet sorgfältig auf seine Helligkeit; seht wie hell es dort ist, wo er hinfällt und wie deutlich alle jene Details der Mauer zu sehen sind.

Simpl. Ich habe mir es genau angesehen: lafst jetzt den anderen Spiegel neben den ersten stellen.

Salv. Er befindet sich bereits da. — Er wurde hingestellt, als Ihr eben die Details der Mauer zu betrachten anfingt, und Ihr habt nichts davon bemerkt, so gewaltig hat die Helligkeit der übrigen Wand zugenommen. Jetzt mag der ebene Spiegel entfernt werden. Da seht Ihr jeden Reflex verschwunden, wiewohl der grofse Konvexspiegel geblieben ist. Entfernt auch diesen und bringt ihn wieder her, so viel Ihr Lust habt, Ihr werdet keine Veränderung des Lichtes an der Mauer wahrnehmen. Hier habt Ihr also einen sinnenfälligen Beweis, dafs der Reflex der Sonne an einem konvexen Kugelspiegel zur Beleuchtung der Umgebung nicht merklich beiträgt. Was habt Ihr nun darauf zu erwidern?

Simpl. Ich fürchte, dafs hier etwas nicht mit rechten Dingen zugeht: ich bemerke doch, wenn ich in den Spiegel sehe, einen lebhaften blendenden Glanz: und, was besonders ins Gewicht fällt, ich erblicke ihn überall, von wo aus ich hineinsehen mag. Ich sehe, wie er seine Stelle auf der Oberfläche wechselt, je nachdem ich meinen Standort hier oder dort einnehme, ein zwingender Beweisgrund, dafs das Licht sehr lebhaft nach allen Seiten reflektiert wird und folglich auch ebenso kräftig nach dieser Wand, wie nach meinem Auge.

Salv. Daraus könnt Ihr ersehen, wie vorsichtig und bedachtsam man sein mufs, ehe man den Ergebnissen blofser Spekulation seine Zustimmung erteilt. Unzweifelhaft klingt das, was Ihr sagt, sehr einleuchtend: dennoch beweist Euch der sinnliche Versuch das Gegenteil.

Simpl. Wie geht das denn aber zu?

Salv. Ich will Euch meine Ansicht mitteilen, die Euch allerdings vielleicht nicht völlig befriedigt. Erstlich: die so lebhaft glänzende Stelle, die Ihr am Spiegel bemerkt und die scheinbar eine ansehnliche Ausdehnung auf ihn besitzt, ist bei weitem nicht so grofs, sondern im Gegenteil winzig klein. Die Lebhaftigkeit des Glanzes aber verursacht in Eurem Auge infolge der Reflexion an der Feuchtigkeit der

Liderränder, die sich auch über die Pupille hin fortsetzt, eine nachträgliche Irradiation[75]), ähnlich dem Strahlenkranze, welcher eine entfernte Kerzenflamme zu umgeben scheint; oder sie läfst sich vergleichen mit dem Glanze, der scheinbar rings um einen Stern vorhanden ist. Wenn Ihr z. B. das kleine Pünktchen des Sirius bei Tag mit dem Fernrohr betrachtet, wo es sich ohne Irradiation zeigt, und es vergleicht mit dem Bilde, welches das unbewaffnete Auge nachts davon empfängt, werdet Ihr ohne jeden Zweifel einsehen, dafs der umstrahlte Stern mehr als tausendmal gröfser erscheint als der nackte wirkliche Kern. Einen ähnlichen oder noch gröfseren Zuwachs erfährt das Sonnenbildchen, das Ihr in jenem Spiegel seht; ich sage einen noch gröfseren, weil es lebhafteren Glanz besitzt als ein Stern, wie daraus hervorgeht, dafs man beim Anblick des Sternes bei weitem nicht so geblendet wird, wie durch den Reflex des Spiegels. Der Widerschein also, der sich über die ganze Wand zu verteilen hat, rührt von einem kleinen Teile jenes Spiegels her; der vorhin von dem ebenen Spiegel verursachte verteilte und beschränkte sich auf einen ganz kleinen Teil derselben Mauer. Was Wunder also, wenn der erste Reflex sehr lebhafte Beleuchtung hervorbringt, jener andere aber fast unmerklich bleibt?

Durch die Irradiation erfährt der Kern der Sterne eine tausendfache scheinbare Vergrösserung.

Simpl. Ich befinde mich in gröfserer Verlegenheit als je zuvor: nun kommt noch die andere Schwierigkeit hinzu, wie es möglich ist, dafs diese Mauer, welche aus so dunkelem Stoffe besteht und eine so rauhe Oberfläche besitzt, das Licht kräftiger und lebhafter zurückwirft, als ein gut geschliffener und polierter Spiegel.

Salv. Lebhafter nein, wohl aber über ein gröfseres Gebiet hin; denn was die Lebhaftigkeit anlangt, so seht Ihr, dafs der Reflex dieses ebenen Spiegelchens, wo er unter dem Balkon auftrifft, eine kräftige Beleuchtung bewirkt: die übrigen Teile der Wand aber sind dem Reflex der Mauer ausgesetzt, woran der Spiegel befestigt ist, und sind daher lange nicht so hell wie der kleine vom Reflex des Spiegels getroffene Fleck. Wenn Ihr die Sache von Grund aus verstehen wollt, so überlegt folgendes: die Rauheit der Mauer besteht darin, dafs sie aus unzähligen äufserst kleinen Flächenteilchen zusammengesetzt ist, die nach unzählig verschiedenen Richtungen gewendet sind: darunter sind notwendig viele, welche die reflektierten Strahlen nach dieser Richtung, und viele, welche sie nach einer anderen Richtung zurückwerfen: kurz es giebt keine Stelle, an welche nicht eine Menge von Strahlen gelangten und zwar durch Reflexion an einer Menge kleiner Flächen, welche über die gesamte Oberfläche des rauhen, von den Lichtstrahlen getroffenen Körpers zerstreut sind. Daraus folgt notwendig, dafs jeder beliebige Teil irgend einer Fläche, die der unmittel-

Das von rauhen Körpern reflektierte Licht mehr nach allen Richtungen hin sichtbar als das von glatten Körpern reflektierte, Erklärung dafür.

bar beleuchteten gegenüberliegt, reflektiertes Licht empfängt und folglich hell erscheint. Es folgt ferner, dafs der Körper selbst, auf welchen die beleuchtenden Strahlen fallen, von beliebigem Orte betrachtet, ganz erleuchtet und hell erscheinen mufs. Daher sendet der Mond, weil er eine rauhe, keine glatte Oberfläche besitzt, das Sonnenlicht nach allen Richtungen und zeigt sich allen Beschauern gleichmäfsig hell. Denn wenn seine sphärische Oberfläche noch obendrein blank wie ein Spiegel wäre, würde sie völlig unsichtbar bleiben, insofern der ganz kleine Teil, durch dessen Reflex ein Sonnenbildchen entstehen könnte, dem Auge des Beobachters wegen der grofsen Entfernung unsichtbar bliebe, wie gesagt.

Wenn der Mond glatt und blank wäre, würde er unsichtbar sein.

Simpl. Ich verstehe Euere Darlegung sehr wohl; dennoch glaube ich sie mit geringer Mühe widerlegen und die Behauptung aufrecht erhalten zu können, dafs der Mond rund, völlig glatt ist, und uns das Sonnenlicht nach Art eines Spiegels zusendet. Man braucht darum keineswegs das Bild der Sonne in ihm wahrzunehmen; denn „nicht „durch die Form der Sonne selbst ist es möglich, in so grofser Ent„fernung die kleine Gestalt der Sonne zu erblicken, sondern es wird „vermöge des von der Sonne hervorgebrachten Lichtes die Beleuchtung „des ganzen Mondballs von uns wahrgenommen. Etwas Ähnliches „können wir an einer wohlpolierten vergoldeten Platte sehen, welche, „von den Strahlen eines leuchtenden Körpers getroffen, über und über „glänzend erscheint; erst aus der Nähe gesehen, bemerkt man in der „Mitte das kleine Bild der Lichtquelle.“[76])

Salv. Indem ich gerne meine Unfähigkeit eingestehe, erkläre ich, dafs ich von Euerer Darlegung nichts verstanden habe als das von der vergoldeten Platte. Wenn ich mit Euerer Erlaubnis offen reden darf, so neige ich sehr zu der Meinung, dafs Ihr selbst sie nicht versteht, sondern diese Sätze auswendig behalten habt, die aus Widerspruchsgeist von jemand niedergeschrieben worden sind, der sich seinem Widersacher geistig überlegen zeigen möchte; freilich nur vor einem Publikum, das, um seinerseits intelligent zu erscheinen, Unverstandenem Beifall zu zollen sich nicht entblödet und um so höhere Meinung von den Leuten hat, je weniger es sie versteht; wenn nicht etwa der Autor selbst zu der Sorte gehört — und es gehören recht viele dazu — die da schreiben, was sie nicht verstehen, so dafs man nicht versteht, was sie schreiben. Ohne daher auf das Übrige einzugehen, bemerke ich bezüglich der vergoldeten Platte: wenn dieselbe eben und nicht sehr grofs ist, kann sie allerdings von weitem über und über glänzend aussehen, sobald sie von einem intensiven Lichte getroffen wird, aber auch nur dann, wenn das Auge sich in einer ganz be-

Manche Schriftsteller schreiben, was sie nicht verstehen, daher versteht man nicht, was sie schreiben.

stimmten Richtung befindet, nämlich in der der reflektierten Strahlen: sie wird dabei feuriger erscheinen, als wenn sie etwa von Silber wäre, weil sie farbig und wegen der aufserordentlichen Dichtigkeit des Metalls einer höchst vollkommenen Politur fähig ist. Wäre nun noch die Oberfläche zwar völlig glatt, aber nicht genau eben, sondern hätte an verschiedenen Stellen verschiedene Neigung, so würde ihr Glanz sich auch von mehreren Punkten aus wahrnehmen lassen, von allen denen nämlich, nach welchen die verschiedenen Flächenteile ihre verschiedenen Reflexe senden. Aus diesem Grunde giebt man den Diamanten beim Schleifen viele Facetten, damit man ihr herrliches Funkeln von vielen Seiten sehen kann. Wäre aber die Platte recht grofs, so würde man, auch wenn sie völlig eben wäre, sie doch von nahem nicht in ihrer ganzen Ausdehnung glänzen sehen. Um mich noch deutlicher zu erklären: man denke sich eine ebene sehr grofse vergoldete Platte dem Sonnenlichte ausgesetzt, so wird das Bild der Sonne in der Entfernung dem Auge blofs einen Teil der Platte einzunehmen scheinen, nämlich denjenigen, von welchem die Reflexion der einfallenden Sonnenstrahlen herrührt. Allerdings wird wegen der Lebhaftigkeit des Lichtes besagtes Bild von einem Strahlenkranz umrahmt und deswegen einen sehr viel gröfseren Teil der Platte einzunehmen scheinen, als es thatsächlich der Fall ist. Um sich davon zu überzeugen, bemerke man die specielle Stelle der Platte, von welcher der Reflex ausgeht, und ebenso bezeichne man die scheinbare Gröfse der glänzenden Fläche: alsdann bedecke man den gröfseren Teil derselben und lasse nur die Mitte unbedeckt: es wird sich darum die Gröfse der anscheinend glänzenden Stelle für einen entfernten Beobachter durchaus nicht vermindern; vielmehr wird sie noch weit über das Tuch, oder was sonst zur Bedeckung gedient haben mag, sich auszudehnen scheinen. Wenn jemand also, weil er eine kleine goldene Platte von weitem über und über glänzen gesehen hat, sich einbildet, dasselbe müsse auch bei Platten von der Gröfse des Mondes gelten, so täuscht er sich ebensosehr, als wenn er den Mond für so grofs wie den Boden eines Fasses hielte. Ist sodann die Platte kugelförmig gekrümmt, so nimmt man blofs an einer kleinen Stelle den lebhaften Reflex wahr, allerdings aber wird er vermöge seiner Intensität von vielen zitternden Strahlen umrahmt erscheinen. Der übrige Teil der Kugel sieht farbig aus, und auch das nur, wenn er nicht den höchsten Grad von Politur besitzt: denn ist er vollkommen glatt, so erscheint er dunkel. Beispiele dafür sehen wir täglich an den silbernen Gefäfsen vor Augen, welche durch Weifssieden nur eine matte Oberfläche erhalten haben;[1] sie sind dann weifs wie Schnee und spiegeln durchaus nicht: werden sie aber an

Diamanten werden mit vielen Facetten geschliffen; weshalb dies geschieht.

Poliertes Silber scheint dunkler als nicht poliertes. Erklärung dafür.

irgend einer Stelle poliert, so erscheint diese sofort dunkel und liefert Bilder wie ein Spiegel. Dieses Dunkelwerden beruht aber nur auf dem Abschleifen des feinen Kornes, welches vorher die Oberfläche des Silbers rauh machte, so dafs es das Licht nach allen Seiten reflektierte und daher von allen Seiten gleich hell erschien. Werden aber nachher durch das Polieren jene winzigen Unebenheiten aufs vollkommenste geglättet, so dafs nunmehr die Reflexion der einfallenden Strahlen sich nach einer bestimmten Stelle richtet, so zeigt sich alsdann zwar von dieser Stelle aus die polierte Fläche sehr viel heller und glänzender als die übrigen blofs weifsgesottenen Partieen; von allen anderen Punkten aus scheint sie hingegen sehr dunkel. Bekanntlich ist das Aussehen polierter Flächen je nach dem Standpunkte des Beobachters so verschieden, dafs in der Malerei zum Zweck der Nachahmung und Wiedergabe etwa eines polierten Brustpanzers reines Schwarz und Weifs gleichzeitig verwendet werden mufs, eines neben dem anderen und zwar bei Teilen der Rüstung, die ganz gleichmäfsig vom Lichte getroffen werden.

Polierter Stahl scheint von manchen Punkten aus gesehen ganz hell, von manchen ganz dunkel.

Sagr. Wenn also die Herren Philosophen sich nur entschliefsen könnten einzuräumen, es seien die Oberflächen des Mondes, der Venus und der anderen Planeten nicht so glänzend und glatt wie ein Spiegel, sondern ein haarbreit weniger, nämlich wie eine matte, aber unpolierte Silberplatte, so wäre das ausreichend, um den Mond sichtbar zu machen und würde ihn befähigen, uns das Sonnenlicht zurückzuwerfen?

Salv. Es wäre teilweise ausreichend. Er würde uns aber kein so kräftiges Licht zusenden, als er es wirklich thut, da er gebirgig ist, jedenfalls voll von bedeutenden Erhabenheiten und Vertiefungen. Die Herren Philosophen werden ihn aber niemals für weniger glatt als einen Spiegel ausgeben, vielmehr für noch glätter, wenn das denkbar ist. Da sie nämlich glauben, dafs den vollkommensten Körpern auch die vollkommenste Gestalt zukommen müsse, so ist notwendig die Kugelgestalt jener Himmelskörper eine völlig unbedingte. Überdies würde ich mir kein Gewissen daraus machen, sobald sie mir auch nur die geringste Abweichung zugestünden, eine sehr viel gröfsere anzunehmen. Da nämlich eine derartige Vollkommenheit kein Minder oder Mehr zuläfst, wird sie ebenso durch die Breite eines Haares wie durch einen Berg aufgehoben.

Sagr. Hier drängen sich mir zwei Bedenken auf: einmal weifs ich nicht, weswegen eine stärkere Unebenheit eine kräftigere Zurückwerfung des Lichtes hervorrufen soll; sodann ist mir unklar, warum diese Herren Peripatetiker gerade auf die Kugelgestalt so versessen sind.

Salv. Den ersten Punkt will ich beantworten; hingegen über-

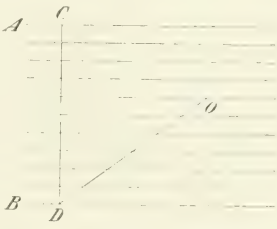
lasse ich Signore Simplicio den zweiten zur Erledigung. Man mufs zunächst berücksichtigen, dafs die nämlichen Flächen von dem nämlichen Lichte mehr oder weniger erhellt werden, je nachem die beleuchtenden Strahlen mehr oder weniger schief darauf fallen, derart, dafs die stärkste Beleuchtung im Falle senkrechter Bestrahlung stattfindet. Hier seht es mit eigenen Augen. Ich falte dieses Blatt, so dafs der eine Teil mit dem anderen einen Winkel bildet, und lasse das an der Wand dort üben reflektierte Licht darauf fallen. Seht nun, wie die Fläche, welche schief von den Strahlen getroffen wird, weniger hell ist als die andere, auf welche das reflektierte Licht senkrecht fällt und bemerkt, wie die Beleuchtung desto schwächer wird, je schiefer ich die Strahlen auffallen lasse.

Rauhere Oberflächen reflektieren das Licht stärker als weniger rauhe.

Senkrechte Strahlen erleuchten mehr als schiefe; weshalb dies der Fall ist.

Sagr. Ich sehe die Wirkung, verstehe aber die Ursache nicht.

Salv. Wenn Ihr Euch den hundertsten Teil einer Stunde bedächtet, würdet Ihr sie finden; aber um keine Zeit zu verschwenden: hier in dieser Figur habt Ihr schon ein Stück Beweis.



Sagr. Der blofse Anblick der Figur hat mir alles klar gemacht, fahrt also fort.

Simpl. Bitte gebt mir die Erklärung dazu; ich habe keine so rasche Auffassungsgabe.

Salv. Stellt Euch vor, dafs alle parallelen Linien, die Ihr von den Endpunkten A und B ausgehen seht, Strahlen seien, welche rechtwinklig auf die Linie CD auffallen. Neigt jetzt die Linie CD, bis sie in die schräge Lage von DO gelangt: seht Ihr nicht, dafs ein beträchtlicher Teil der Strahlen, welche CD trafen, an DO vorbeigehen, ohne diese Linie zu berühren? Wenn also DO von weniger Strahlen beleuchtet wird, so ist selbstverständlich das von ihr aufgefangene Licht schwächer. Kehren wir jetzt zu dem Monde zurück. Da dieser Kugelgestalt besitzt, so müfsten, wenn seine Oberfläche an Glätte diesem Blatt Papier gleich käme, die Teile, welche gegen den Rand seiner von der Sonne beleuchteten Hemisphäre liegen, aufserordentlich viel weniger Licht empfangen als die mittleren; denn auf diese fallen die Strahlen rechtwinklig, auf jene ganz schief auf. Infolge dessen müfsten beim Vollmonde, wo wir fast die ganze beleuchtete Halbkugel sehen, die mittleren Teile sich uns weit heller zeigen, als die am Rande gelegenen; davon ist aber nichts zu bemerken. Stellt Euch nun aber die Fläche des Mondes voll von sehr hohen Gebirgen vor: seht Ihr nicht ein, dafs die Abhänge und Rücken, die über die Wölbung der

Schiefere Strahlen erleuchten weniger intensiv; Erklärung dafür.

vollkommenen Kugel emporragen, vom Sonnenschein getroffen und in den Stand gesetzt werden, die Strahlen sehr viel weniger schief aufzufangen und daher ebenso hell zu erscheinen wie alles Übrige?

Sagr. Sehr wohl; wenn aber dergleichen Berge vorhanden sind, so wird allerdings die Sonne sie viel unmittelbarer bestrahlen als eine glatte geneigte Fläche; andererseits müfsten aber auch zwischen gedachten Bergen alle Thäler dunkel bleiben infolge der riesigen Schatten, welche die Berge in diesem Augenblicke werfen, während die mittleren Teile, mögen sie auch Thäler und Berge in Hülle und Fülle haben, ohne Schatten erscheinen würden, weil die Sonne senkrecht darüber steht. Daher müfsten also doch die mittleren Teile sehr viel heller aussehen als die Randteile, über welche ebensoviel Schatten als Licht gebreitet ist. Gleichwohl sieht man von einem derartigen Unterschiede nichts.

Simpl. Bedenken dieser Art gingen auch mir im Kopfe herum.

Salv. Wieviel schneller doch Signore Simplicio die Bedenken versteht, welche den Ansichten des Aristoteles zu gute kommen, als deren Widerlegung! Ich hege halb und halb den Verdacht, dafs er die Lösung bisweilen mit Fleifs verschweige. Im vorliegenden Falle, wo er doch den recht scharfsinnigen Einwand ganz allein hat auffinden können, begreife ich nicht, wie er nicht auch die Entgegnung hat ausfindig machen können. Ich will deswegen versuchen, sie ihm in den Mund zu legen, wie man zu sagen pflegt. Sagt mir also, Signore Simplicio, kann nach Euerer Ansicht da Schatten sein, wo die Sonnenstrahlen hintreffen?

Simpl. Ich glaube nein, ja ich bin dessen völlig gewifs; denn da die Sonne die Hauptleuchte ist, welche mit ihren Strahlen die Finsternis verscheucht, so kann unmöglich Finsternis herrschen, wo sie hingelangt. Dann haben wir ja auch die Definition: *Tenebrae sunt privatio luminis.*[78])

Salv. Wenn also die Sonne nach der Erde, dem Monde oder einem anderen undurchsichtigen Körper hinschaut, so erblickt sie niemals einen der beschatteten Teile dieser Körper, da sie keine anderen Augen als ihre lichtspendenden Strahlen zur Verfügung hat. Es würde folglich ein Beobachter auf der Sonne niemals etwas Beschattetes wahrnehmen; denn seine Sehlinien fielen stets mit den beleuchtenden Sonnenstrahlen zusammen.

Simpl. Das ist vollkommen richtig, ohne jedwede Einschränkung.

Salv. Wenn aber der Mond sich in Opposition zur Sonne befindet, welcher Unterschied ist dann zwischen dem Weg, den Euere Sehlinien und den die Sonnenstrahlen zurücklegen?

Simpl. Jetzt habe ichs verstanden. Ihr meint, da die Sehlinien und die Sonnenstrahlen zusammenfallen, können wir keines der beschatteten Mondthäler entdecken. Entschlagt Euch doch, bitte, des Verdachtes, als ob ich heuchle oder mich verstelle. Ich gebe Euch mein Wort als Edelmann, dafs ich auf diese Lösung nicht verfallen bin; und ohne Euere Hilfe oder lange Überlegung hätte ich sie vielleicht nie ausfindig gemacht.

Sagr. Die Lösung der Schwierigkeit, die Ihr gemeinschaftlich zuwege gebracht habt, hat auch mich völlig befriedigt. Gleichzeitig aber hat die Betrachtung des Wegs der Sonnenstrahlen und der Gesichtslinien mir einen neuen Zweifel an dem früher Bemerkten wachgerufen. Ich weifs nicht, ob ich ihn verständlich werde ausdrücken können, da er mir jetzt eben gekommen ist und ich mir die Sache noch nicht in meiner Weise zurechtgelegt habe; aber vielleicht kommen wir durch gemeinsames Bemühen zur Klarheit. — Es ist nämlich unzweifelhaft richtig, dafs die Randteile einer zwar glatten, aber nicht polierten Halbkugel, die von der Sonne beleuchtet wird, weniger Strahlen empfangen, weil sie schief beleuchtet werden, als die mittleren, welche direktes Sonnenlicht haben. Es mag gegen den Rand hin ein Streifen von etwa 20 Grad[70]) vorhanden sein, der nicht mehr Licht empfängt als ein anderer nach der Mitte zu gelegener, welcher nur 4 Grad breit ist, so dafs thatsächlich jener viel dunkler sein wird als dieser und auch jedem Beobachter dunkler erscheinen wird, sobald er beide von vorne, oder sagen wir von Angesicht zu Angesicht, betrachtet. Wenn das Auge des Beschauers aber an eine Stelle versetzt würde, von wo der 20 Grad breite dunkle Streifen nicht gröfser aussähe als ein 4 Grad breiter inmitten der Halbkugel, so halte ich es nicht für ausgeschlossen, dafs jener ebenso hell und leuchtend wie dieser erscheinen würde; denn schliefslich gelangen innerhalb gleicher Winkelräume, nämlich von je 4 Grad, die Reflexe zweier gleicher Strahlenmengen ins Auge: die Strahlen nämlich, welche an dem mittleren Streifen von 4 Grad und die, welche an dem Streifen von thatsächlich 20, scheinbar aber gleichfalls von 4 Grad reflektiert werden. Eine derartige Lage wird nun aber das Auge einnehmen, wenn es zwischen gedachter Halbkugel und dem leuchtenden Körper sich befindet, weil alsdann die Blickrichtung und die Strahlen längs derselben Linien laufen. Demnach könnte die Mondfläche doch so ziemlich glatt sein und gleichwohl an den Rändern nicht minder hell erscheinen als in den mittleren Teilen.

Salv. Das Bedenken ist scharfsinnig und verdient erwogen zu werden. Es war Euererseits eine Eingebung des Augenblicks; ich

werde gleichfalls erwidern, was der Augenblick mir eingiebt, vielleicht würde mir bei reiflicherem Nachdenken etwas Besseres einfallen. Ehe ich aber sonst etwas vorbringe, wird es gut sein, erfahrungsgemäfs festzustellen, ob Euer Einwand ebenso den Thatsachen entspricht, wie er scheinbar beweiskräftig ist. Ich nehme also dasselbe Blatt noch einmal vor und falte es so, dafs ein kleiner Teil gegen das Übrige umgebogen ist. Wenn wir es nun dem Lichte aussetzen und zwar so, dafs der kleinere Teil direkt, der andere aber schief von den Lichtstrahlen getroffen wird, so wollen wir prüfen, ob der direkt beschienene heller aussieht. Nun, hier sehen wir ohne weiteres, dafs er ganz deutlich stärker beleuchtet ist. Sollte nun Euer Einwand beweiskräftig sein, so müssen wir zunächst das Auge senken, bis der andere, weniger beleuchtete Teil uns nicht breiter erscheint als der heller beleuchtete, bis er also unter nicht gröfserem Gesichtswinkel sich zeigt als dieser. Es müfste dann, behaupte ich, sein Licht sich vermehren, bis er uns so hell erscheint wie der andere. Nun, jetzt betrachte ich ihn und sehe ihn so schief, dafs er mir gar schmäler vorkommt als jener, aber bei alledem wird seine Dunkelheit in meinen Augen nicht heller. Seht zu, ob es Euch ebenso ergeht.

Sagr. Ich habe es bemerkt; mag ich auch das Auge senken, ich sehe darum gedachte Fläche nicht sich aufhellen und mit Licht überziehen, ja es scheint mir eher, als würde sie dunkler.

Salv. Insoweit können wir also beruhigt sein, der Einwand ist nicht triftig. Was die Erklärung der Sache angeht[80]), so werden nach meiner Meinung wegen der beinahe vollkommenen Glätte des Papiers, nur wenige Strahlen in der Richtung des einfallenden Lichtes zurückgeworfen, im Verhältnis zu der Menge der nach entgegengesetzter Seite reflektierten. Von diesen wenigen gehen umsomehr verloren, je mehr die Gesichtslinien den einfallenden Strahlen sich nähern. Da nun nicht die einfallenden Strahlen, sondern die nach dem Auge hin reflektierten das Objekt hell erscheinen lassen, so geht bei dem Senken des Auges einerseits mehr verloren, als auf der anderen gewonnen wird, wie Ihr denn auch selbst eine solche vergröfserte Dunkelheit glaubt wahrgenommen zu haben.

Sagr. Ich erkläre mich durch das Experiment und die Erklärung für befriedigt. Es erübrigt noch, dafs Signore Simplicio auf meine andere Frage antwortet und mir auseinandersetzt, aus welchen Beweggründen die Peripatetiker eine so vollkommene Rundheit der Himmelskörper behaupten.

Simpl. Der Umstand, dafs die Himmelskörper unerzeugbar, unzerstörbar, unveränderlich, unempfindlich, unsterblich u. s. w. sind,

läfst darauf schliefsen, dafs sie unbedingt vollkommen sind, und daraus ergiebt sich, dafs ihnen jede Art der Vollkommenheit eignet, unter anderem auch die Vollkommenheit der Gestalt. Sie müssen also kugelförmig sein und zwar unbedingt und vollkommen kugelförmig und nicht rauh und unregelmäfsig.

Warum die Peripatetiker die vollkommene Kugelgestalt der Himmelskörper annehmen.

Salv. Und woher entnehmt Ihr die Unzerstörbarkeit?

Simpl. Unmittelbar aus dem Mangel an Gegensätzen, mittelbar aus der einfachen Kreisbewegung.

Salv. Soweit ich aus Euerer Darlegung ersehen kann, spielt sonach bei Aufstellung des unzerstörbaren, unveränderlichen Wesens der Himmelskörper die Rundheit keine Rolle als Ursache oder notwendiges Erfordernis. Denn sobald diese die Unveränderlichkeit erzeugte, würden wir willkürlich das Holz, das Wachs und andere elementare Substanzen unzerstörbar machen können, indem wir ihnen die Kugelgestalt verleihen.

Die Form ist nicht Ursache der Unzerstörbarkeit, sondern nur der längeren Dauer.

Simpl. Und ist dem nicht wirklich so? Hält sich nicht eine hölzerne Kugel besser und länger als eine Pyramide oder eine andere eckige Figur, die aus derselben Menge gleichen Holzes verfertigt ist?

Salv. Das ist sehr richtig; aber darum wird sie nicht unzerstörbar werden, sondern noch immer zerstörbar bleiben und nur von längerer Dauer sein. Es ist also zu beachten, dafs zwar der Begriff der Zerstörbarkeit einer Steigerung fähig ist, wie wir denn in der That sagen können, dies sei weniger zerstörbar als jenes, z. B. der Jaspis weniger als die *pietra serena*.[81]) Bei der Unzerstörbarkeit aber giebt es kein Mehr oder Minder, und es ist unzulässig zu sagen: dies ist unzerstörbarer als jenes, wenn beide unzerstörbar und ewig sind. Die Verschiedenheit der Gestalt kann daher nur bei den Stoffen von Einflufs sein, die von längerer oder kürzerer Dauer sind; bei den ewigen jedoch, die ja alle gleicherweise ewig sind, hört der Einflufs der Gestalt auf. Da demzufolge die himmlische Substanz nicht vermöge ihrer Gestalt unzerstörbar ist, sondern aus anderen Gründen, so braucht man nicht so ängstlich auf der vollkommenen Kugelgestalt zu bestehen. Denn wenn nur die Substanz unzerstörbar ist, mag die Gestalt sein, welche sie wolle, sie wird immer jene Eigenschaft behalten.

Es giebt ein Mehr oder Minder bei dem Begriffe der Zerstörbarkeit, nicht aber bei dem der Unzerstörbarkeit.

Die Vollkommenheit der Gestalt ist bei zerstörbaren Körpern von Einflufs, nicht aber bei ewigen.

Sagr. Ich möchte noch eine weitere Überlegung anstellen; zugegeben nämlich, die Kugelgestalt wäre imstande, Unzerstörbarkeit zu verleihen, so behaupte ich, alle Körper von ganz beliebiger Gestalt müssen ewig und unzerstörbar sein. Da nämlich der runde Körper unzerstörbar ist, so würde die Zerstörbarkeit an den Teilen haften, welche die vollkommene Rundung beeinträchtigen, wie in einem

Wenn die Kugelgestalt ewige Dauer verliehe, müfsten alle Körper ewige Dauer besitzen.

Würfel z. B. eine vollkommen runde und folglich unzerstörbare Kugel steckt; es können daher blofs die Ecken, welche die Rundung bedecken und verbergen, zerstörbar sein; höchstens diese Vorsprünge, diese Auswüchse, wenn ich so sagen darf, würden der Zerstörung anheimfallen. Wenn wir aber genauer zusehen, so stecken auch in den Teilen an den Ecken wieder kleinere Kugeln desselben Stoffes und auch diese müssen wegen ihrer Rundung unzerstörbar sein; dasselbe gilt wieder von den Resten, die jene acht kleineren Kügelchen bedecken; auch in diesen lassen sich wieder andere denken. So wird schliefslich der ganze Würfel in unzählige Kugeln zerlegt und man wird ihn also für unzerstörbar erklären müssen. Diese nämliche Betrachtung und eine ähnliche Zerlegung läfst sich bei allen übrigen Körpern anwenden.

Salv. Diese Schlufsweise ist vortrefflich; wenn z. B. einer Kugel aus Krystall infolge ihrer Gestalt Unzerstörbarkeit zukäme, d. h. die Fähigkeit, allen inneren und äufseren Änderungen zu widerstehen, so läfst sich nicht absehen, dafs die Hinzufügung weiterer Krystallmasse und damit die Umformung etwa in einen Würfel sie innerlich verändern könnte; aber auch äufserlich nicht, so dafs sie nunmehr weniger geeignet wäre, der neuen Umhüllung zu widerstehen, die aus demselben Stoffe besteht, als sie der früheren zu widerstehen vermochte, die aus verschiedenem Stoffe bestand. Dieser Schlufs ist um so berechtigter, wenn die Ansicht des Aristoteles richtig ist, alle Zerstörung sei durch Gegensätze bedingt. Welche Umhüllung, die man der Krystallkugel geben könnte, wäre ihr weniger entgegengesetzt, als eine aus derselben Krystallmasse bestehende? — Indes wir merken nicht, wie die Zeit verfliegt; wenn wir über jede Einzelheit so lange Reden halten wollen, werden wir spät mit unseren Erörterungen zu Ende kommen. Auch verwirrt sich das Gedächtnis bei einer solchen Mannigfaltigkeit von Dingen derart, dafs ich mich kaum der Behauptungen erinnern kann, welche Signore Simplicio vorgebracht hat, um sie der Reihe nach zur Erwägung zu stellen.

Simpl. Ich erinnere mich sehr wohl. Betreffs der Gebirgigkeit des Mondes bleibt noch die von mir angeführte Erklärung dieser Erscheinung unwiderlegt; man kommt nämlich sehr wohl damit aus, wenn man sagt, es sei dies eine Täuschung, welche von der ungleichen Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit seiner verschiedenen Teile herrührt.

Sagr. Vorhin, als Signore Simplicio die scheinbaren Unebenheiten des Mondes nach dem Vorgange eines seiner peripatetischen Freunde[82]) der gröfseren oder geringeren Durchsichtigkeit der Teile des Mondes

zuschrieb, wie denn ähnliche Täuschungen bei verschiedentlichen Krystallen und Edelsteinen unterlaufen, da fiel mir ein anderer Stoff ein, der ein noch passenderes Beispiel für ähnliche Erscheinungen abgiebt; ich glaube, besagter Gelehrter würde ihn mit dem teuersten Preise bezahlen: ich meine die Perlmutter, welche zu allerlei Figuren verarbeitet wird. Mag man den daraus verfertigten Gegenständen auch die äufserste Glätte geben, so erscheinen sie doch dem Auge an verschiedenen Stellen so verschiedenartig vertieft und erhaben, dafs man kaum dem Tastsinn traut, der sie als eben erkennt.

Perlmutter geeignet, die scheinbare Unebenheit der Mondoberfläche nachzuahmen.

Salv. Dieser Einfall ist in der That sehr schön; und was bis jetzt noch nicht geschehen ist, könnte ein anderes Mal ausgeführt werden. Wenn man Krystalle und Edelsteine anführt, bei welchen die Täuschung auf anderen Gründen beruht als bei der Perlmutter, so kann man sehr wohl auch diese anführen. Um inzwischen niemandem diese Gelegenheit zu benehmen, will ich die passende Antwort für mich behalten und vorläufig blofs die von Signore Simplicio vorgebrachten Einwände zu entkräften versuchen. Zu diesem Behufe bemerke ich, dafs diese Euere Erklärung zu allgemein gehalten ist. Da Ihr sie nicht auf sämtliche Erscheinungen, eine nach der anderen, anwendet, wie sie auf dem Monde sich zeigen und wie sie mich und andere zu der Annahme von Gebirgen auf demselben bewogen haben, so wird sich schwerlich jemand von einer solchen Lehre befriedigt fühlen. Meiner Meinung nach findet weder Ihr selbst noch sogar der Urheber dieser Ansicht in ihr eine gröfsere Befriedigung als in irgend einer anderen, von der aufgestellten Behauptung abweichenden, Meinung. Von den vielen, vielen mannigfaltigen Erscheinungen, die man Abend für Abend während eines Mondumlaufs wahrnimmt, werdet Ihr auch nicht eine einzige dadurch nachahmen können, dafs Ihr eine Kugel nach Euerem Gutdünken aus mehr oder minder durchsichtigen und undurchsichtigen Teilen zusammensetzt und ihre Oberfläche dann poliert. Umgekehrt kann man aus jedem festen, nicht durchsichtigen Stoffe Kugeln herstellen, welche blofs vermöge ihrer Erhabenheiten und Vertiefungen und des Wechsels der Beleuchtung aufs Haar dieselben verschiedenartigen Bilder gewähren, die von Stunde zu Stunde am Monde zu sehen sind. — Ihr werdet die der Sonne ausgesetzten Höhenkämme in hellem Lichte erblicken, hinter ihnen die Schattenprojektionen in tiefem Dunkel; letztere werden gröfser oder kleiner erscheinen, je nachdem die Erhöhungen mehr oder weniger nahe der Grenze liegen, die den beleuchteten Teil des Mondes von dem finsteren scheidet. Besagte Grenzlinie wird keinen gleichmäfsigen Verlauf zeigen, wie es bei einer glattpolierten Kugel der Fall sein müfste, sondern

Die scheinbaren Unebenheiten des Mondes lassen sich nicht nachahmen durch Verwendung verschieden durchsichtiger Stoffe.

Verschiedenes Aussehen des Mondes läfst sich mittels jedes undurchsichtigen Stoffes nachahmen.

Verschiedene Erscheinungen, welche die Gebirgigkeit des Mondes darthun.

gekerbt und zackig aussehen. Ihr werdet viele erleuchtete Spitzen finden, die abseits von dem übrigen leuchtenden Teile liegen. Ihr werdet sehen, wie die obengenannten Schatten allmählich kürzer werden, wenn die Beleuchtung mehr von oben kommt, bis sie ganz verschwinden und wie schliefslich keiner mehr sichtbar ist, wenn die ganze Hemisphäre erleuchtet ist. Wenn umgekehrt sodann das Licht nach der anderen Mondhemisphäre rückt, wird man die nämlichen Hervorragungen wie zuvor beobachten, die Schatten hingegen werden sich nach der entgegengesetzten Seite hin projizieren und allmählich wachsen. Von alle dem könnt Ihr, ich wiederhole es, mit Euerer Undurchsichtigkeit und Durchsichtigkeit nichts darstellen.

Sagr. Doch eines wird sich nachahmen lassen: der Vollmond, bei welchem wegen der allgemeinen Helligkeit weder Schatten zu sehen sind, noch sonst etwas, was durch Erhabenheiten und Vertiefungen ein wechselndes Aussehen erhalten könnte. Ich bitte Euch aber, Signore Salviati, verschwendet auf diese Einzelheit nicht noch mehr Zeit; wer die Geduld gehabt hat, während eines oder zweier Mondumläufe Beobachtungen anzustellen und von dieser mit Händen greifbaren Wahrheit sich nicht überzeugt hat, der mufs als völlig urteilsunfähig aufgegeben werden. Und wozu mit solchen Leuten Zeit und Worte vergeuden?

Simpl. Ich habe thatsächlich die betreffenden Beobachtungen nicht gemacht, da mich die Sache nicht interessierte, ich auch kein Instrument hatte, mit dem ich sie hätte anstellen können; aber ich will das jedenfalls noch thun. Inzwischen können wir diese Frage in der Schwebe lassen und zu dem nächsten Punkte übergehen, nämlich zu der Prüfung der Gründe, um derentwillen nach Euerer Meinung die Erde das Sonnenlicht ebenso intensiv reflektieren kann als der Mond. Nach meiner Meinung ist sie so dunkel und undurchsichtig, dafs mir ein solcher Vorgang völlig unmöglich erscheint.

Salv. Die Ursache, aus welcher Ihr die Erde für ungeeignet zur Beleuchtung eines anderen Körpers erachtet, ist gar nicht diese, Signore Simplicio. Wäre es nicht merkwürdig, wenn ich Euere Gedankenverbindung besser verstünde als Ihr selbst?

Simpl. Ob meine Gedanken richtig oder falsch sind, könnt Ihr möglicherweise besser beurteilen als ich; doch richtig oder falsch, niemals werde ich glauben, dafs Ihr meine Gedanken besser kennt als ich.

Salv. Und doch will ich Euch sogleich davon überzeugen. Sagt mir, bitte: Wenn der Mond nahezu voll ist, so dafs man ihn am Tage und auch mitten in der Nacht sehen kann, wann scheint er Euch heller, des Tags oder des Nachts?

Simpl. Unvergleichlich heller des Nachts. Der Mond verhält sich, wie mir scheint, ähnlich der Wolkensäule, welche vor den Kindern Israel einherzog und die, solange die Sonne am Himmel stand, wie ein Wölkchen aussah, des Nachts hingegen in hellem Glanze strahlte. So habe ich manchmal bei Tage mitten unter Wölkchen gewisser Art den Mond beobachtet, wo er ebenso bleich aussah, wie diese; nachts aber erscheint er dann in hellstem Glanze.

Der Mond sieht nachts heller aus als am Tage.

Der Mond bei Tage gesehen gleicht einem Wölkchen.

Salv. Hättet Ihr also niemals Gelegenheit gehabt, den Mond anders als bei Tage zu sehen, so würdet Ihr ihn für nicht heller gehalten haben als ein solches Wölkchen.

Simpl. Davon bin ich fest überzeugt.

Salv. Sagt mir nun: glaubt Ihr, dafs der Mond thatsächlich die Nacht mehr leuchtet als den Tag über, oder dafs dies nur aus irgend welchem Grunde so scheint?

Simpl. Meiner Meinung nach leuchtet er an und für sich thatsächlich ebensosehr tags als nachts; sein Licht erscheint uns aber nachts intensiver, weil wir ihn auf dem dunkeln Himmelsgrunde sehen; den Tag über hingegen ist die ganze Umgebung sehr hell, so dafs er sie an Lichtfülle nur wenig übertrifft und uns folglich nur wenig leuchtend erscheint.

Salv. Sagt mir ferner: habt Ihr jemals den Erdball mitten in der Nacht von der Sonne beleuchtet gesehen?

Simpl. Diese Frage stellt Ihr wohl nur im Spafs; oder haltet Ihr mich für ganz und gar von Sinnen?

Salv. Nein, nein; ich halte Euch für einen sehr verständigen Menschen und frage Euch in vollem Ernste. Darum antwortet nur, und wenn ich dann Euerer Ansicht nach ungehörig spreche, so will gerne ich für unsinnig gelten; denn wer dumm fragt, ist dummer als der Gefragte.

Simpl. Wenn Ihr mich also nicht für ganz und gar einfältig haltet, nehmt an, ich hätte Euere Frage beantwortet und gesagt, es sei unmöglich, dafs jemand, der wie wir sich auf der Erde befindet, bei Nacht denjenigen Teil der Erde, wo Tag ist, der also von der Sonne beschienen wird, sehen kann

Salv. Ihr habt demnach niemals Gelegenheit gehabt, die Erde beleuchtet zu sehen aufser am Tage, den Mond aber seht Ihr auch in der tiefsten Nacht am Himmel glänzen. Dies ist die Ursache, Signore Simplicio, wegen deren Ihr die Erde für weniger glänzend haltet als den Mond. Könntet Ihr die Erde beleuchtet sehen, während Ihr selbst Euch an einem Orte befindet, so dunkel wie unsere Nacht, so würde sie an Glanz den Mond noch zu übertreffen scheinen. Soll daher der

Vergleich passend sein, so mufs man das Licht der Erde und das des Mondes, wie er bei Tage und nicht wie er bei Nacht erscheint, in Parallele stellen: wir sehen eben die Erde nur am Tage erleuchtet. Oder ist es nicht so?

Simpl. So ist es allerdings.

Salv. Nun habt Ihr selbst schon eingestanden, den Mond bei Tage zwischen weifslichen Wolken gesehen zu haben, ohne dafs sein Aussehen von diesen wesentlich verschieden gewesen wäre. Damit

Wolken vermögen ebenso stark von der Sonne beleuchtet zu werden als der Mond.

geht Ihr von vornherein zu, dafs diese Wölkchen, die doch aus elementaren Substanzen bestehen, dieselbe Beleuchtung, ja noch stärkere zu erlangen vermögen als der Mond. Ihr braucht Euch nur zu vergegenwärtigen, wie Ihr so manchmal gewaltige, schneeweifse Wolkenmassen gesehen habt: wenn eine solche Wolke ihre Beleuchtung in tiefer Nacht noch behalten könnte, so würde sie zweifelsohne die Umgebung mehr erhellen als hundert Monde. Wären wir nun gewifs, dafs die Erde in gleichem Mafse wie eines dieser Wölkchen von der Sonne beleuchtet würde, so würde sie unzweifelhaft ebenso glänzen wie der Mond. Jeder Zweifel daran aber schwindet, wenn wir die nämlichen Wolken in der Nacht ebenso dunkel bleiben sehen wie die Erde. Ja noch mehr, keiner von uns ist der Täuschung entgangen, wenn er einmal in der Ferne tiefgehende Wolken gesehen hat, zu zweifeln, ob es Wolken oder Berge seien: ein deutliches Zeichen, dafs die Berge nicht weniger leuchten als jene Wolken.

Sagr. Aber wozu noch weitere Erörterungen? Hier oben seht Ihr den Mond, er ist fast voll; dort drüben die hohe Mauer, auf welche die Sonne scheint. Geht jetzt hierher zurück, so dafs Ihr den Mond

Mauer, von der Sonne beleuchtet und mit dem Monde verglichen, ist ebenso hell wie dieser.

neben der Mauer erblickt! Nun schaut hin! was scheint Euch heller? Seht Ihr nicht, dafs wenn ein Unterschied da ist, er zu Gunsten der Mauer spricht? Die Sonne trifft auf jene Wand, von dort aus wird ihr Licht auf die Wände des Saales zurückgeworfen, von diesen wird

Dritter Reflex einer Mauer giebt mehr Licht als erster am Monde.

es in jenes Gemach reflektiert, so dafs es als dritter Reflex in dieses eintritt. Trotzdem bin ich überzeugt, dafs dort mehr Licht herrscht, als wenn das Licht des Mondes direkt hingelangte.

Simpl. O, das glaube ich nicht; denn das Licht des Mondes, namentlich des Vollmondes ist doch gewaltig helle.

Sagr. Es scheint so, weil die benachbarten Orte in Dunkel gehüllt sind; absolut genommen aber ist es nicht bedeutend und zwar

Licht des Mondes schwächer als das der Dämmerung.

geringer als das Dämmerlicht eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang. Dies geht deutlich daraus hervor, dafs Ihr nicht früher die Schatten der vom Monde beleuchteten Körper sehen werdet. Ob ferner der dritte Reflex in jenem Gemache gröfsere Helligkeit besitzt als das

direkte Mondlicht, wird sich ermitteln lassen, wenn man jetzt hineingeht und ein Buch liest, und dann heute Abend versucht, ob es beim Mondlicht leichter oder weniger leicht lesbar ist; ich glaube bestimmt, dafs es schwerer zu lesen sein wird.

Salv. Ihr könnt jetzt einsehen, Signore Simplicio — wenn Euch anders diese Erklärung befriedigt hat — dafs Ihr in der That selbst wufstet, die Erde glänze nicht weniger als der Mond: die Erinnerung an einige Euch bereits bekannte, nicht erst von mir Euch mitgeteilte Verhältnisse hat Euch darüber vergewissert. Ich brauchte Euch ja nicht erst zu lehren, dafs der Mond nachts glänzender aussieht als bei Tage, Ihr habt das schon allein gewufst. Ebenso war Euch bekannt, dafs ein Wölkchen so hell aussieht wie der Mond; desgleichen, dafs die Beleuchtung der Erde bei Nacht unsichtbar ist: kurz Ihr habt alles gewufst, ohne zu wissen, dafs Ihr es wufstet. Danach wird man vernünftigerweise ohne Bedenken zugeben müssen, dafs der Reflex der Erde den finsteren Teil des Mondes ebenso stark erleuchten kann, als der des Mondes die finstere Nacht auf Erden, ja um so stärker, insofern die Erde vierzigmal gröfser ist als der Mond.

Simpl. Wirklich, ich glaubte, dieses sekundäre Licht sei das eigene Licht des Mondes.

Salv. Auch das wifst Ihr selber und bemerkt nur nicht, dafs Ihr es wifst. Oder sagt mir, habt Ihr etwa nicht von selbst gewufst, dafs der Mond nur wegen der Dunkelheit der Umgebung des Nachts sehr viel heller erscheint als bei Tage? und wifst Ihr nicht also überhaupt, dafs jeder leuchtende Körper um so heller aussieht, je dunkler die Umgebung ist?

Licht empfangende Körper sehen heller in dunkler Umgebung aus.

Simpl. Sehr wohl weifs ich das.

Salv. Wenn der Mond eine Sichel bildet und Euch jenes sekundäre Licht verhältnismäfsig hell erscheint, so befindet er sich stets in der Nähe der Sonne und ist mithin nur in der Dämmerung sichtbar, nicht wahr?

Simpl. Allerdings; und oftmals habe ich gewünscht, dafs der Himmel dunkler würde, um gedachtes Licht in gröfserer Helle zu sehen; aber vor dem Eintritt völliger Finsternis ist der Mond untergegangen.

Salv. Ihr wifst also sehr wohl, dafs dieses Licht in finsterer Nacht stärker hervorträte?

Simpl. Jawohl; und in noch höherem Grade, wenn man die grelle Beleuchtung der Sichel durch die Sonne beseitigen könnte, durch welche die schwächere der übrigen Scheibe sehr beeinträchtigt wird.

Salv. Ei, geschieht es denn nicht bisweilen, dafs man mitten in

finsterster Nacht die ganze Mondscheibe sehen kann, ohne dafs sie irgendwie Sonnenlicht empfängt?

Simpl. Ich wüfste nicht, dafs dies jemals vorkäme aufser bei totalen Mondfinsternissen.

Salv. Dann also müfste dieses sein Licht am lebhaftesten hervortreten, da es auf einem völlig dunkeln Hintergrunde und ohne die beeinträchtigende Wirkung der hellen Sichel erscheint. Wie stand es aber bei solcher Gelegenheit um seine Helligkeit?

Simpl. Ich habe ihn manchmal kupferfarbig oder in schwach weifslichem Lichte gesehen; bisweilen aber ist er dermafsen verdunkelt worden, dafs ich ihn völlig aus den Augen verlor.[83])

Salv. Wie kann man also jenes Licht, das Ihr bei dem bleichen Dämmerlichte trotz des grofsen Glanzes der benachbarten Sichel so deutlich seht, für das eigene Licht des Mondes halten, während es doch in finsterster Nacht bei Abwesenheit jedes anderen Lichtes ganz und gar unsichtbar ist?

Simpl. Es soll auch die Ansicht ausgesprochen worden sein, besagtes Licht werde ihm von anderen Sternen, insbesondere von seiner Nachbarin Venus mitgeteilt.[84])

Salv. Auch das ist völlig haltlos; denn dann müfste er gleichfalls zur Zeit der totalen Verfinsterung sich glänzender als je zeigen, da man doch nicht behaupten kann, der Schatten der Erde verdecke ihm den Anblick der Venus oder der anderen Gestirne. Es wird ihm vielmehr das Licht darum völlig entzogen, weil auf der dem Monde zugekehrten Erdhalbkugel in diesem Falle Nacht herrscht, d. h. völliger Mangel an Sonnenlicht. Wenn Ihr sorgfältige Beobachtungen anstellt, werdet Ihr deutlich merken: gleichwie der Mond als Sichel die Erde nur ganz wenig erhellt, mit wachsender Beleuchtung von seiten der Sonne aber uns einen immer helleren Reflex zusendet, ganz ebenso zeigt sich der Mond recht hell beleuchtet, wenn er in Sichelform erscheint, da er dann wegen seiner Stellung zwischen Sonne und Erde einen sehr grofsen Teil der erleuchteten Erdhemisphäre erblickt. Wenn er sich aber von der Sonne entfernt und in die Quadratur rückt, so wird jenes Licht matter: über die Quadratur hinaus erscheint es sehr schwach, weil er nunmehr des Anblicks der sonnenbeleuchteten Erdhälfte verlustig geht. Es müfste aber gerade das Gegenteil eintreten, wenn dies Licht sein eigenes oder von den Sternen ihm mitgeteiltes wäre; denn zu dieser Zeit können wir ihn in tiefer Nacht und in ganz finsterer Umgebung beobachten.

Simpl. Haltet ein, bitte. Eben erinnere ich mich, in einem vor kurzem erschienenen *Thesenbüchlein*, das viel Neues enthält, gelesen

zu haben[85]): „jenes sekundäre Licht sei nicht durch die Sterne her- „vorgerufen, noch das eigene Licht des Mondes und am allerwenig- „sten gehe es von der Erde aus, sondern es rühre von der Beleuch- „tung durch die Sonne selbst her. Diese dringt wegen der teilweisen „Durchsichtigkeit des Mondballs durch seine ganze Masse hindurch; „am lebhaftesten aber beleuchtet sie die Oberfläche der den Sonnen- „strahlen ausgesetzten Hemisphäre. Die tieferen Partien aber saugen „gewissermafsen dieses Licht ein und durchtränken sich damit nach „Art einer Wolke oder eines Krystalls, lassen es durch und werden „dadurch deutlich leuchtend. Dies beweist er, wenn ich mich recht „erinnere, durch Berufung auf Autoritäten, durch die Erfahrung und „durch Schlüsse; er führt *Kleomedes*, *Vitellio*, *Macrobius* und einen oder „den anderen modernen Autor an. Er fügt hinzu, die Erfahrung be- „weise, dafs jenes Licht sich sehr hell einige Tage nach der Kon- „junktion zeige, wo der Mond eine Sichel bildet und dafs er dann „besonders am Rande glänze. Weiter schreibt er, dafs er bei Sonnen- „finsternissen, wo er vor der Sonnenscheibe steht, sich als durch- „scheinend erweise, namentlich am äufsersten Rande. Die Gründe „betreffend, sagt er, da das Licht nicht von der Erde, noch von den „Sternen, noch von ihm selbst herrühren kann, so bleibt nichts übrig, „als dafs es durch die Sonne verursacht wird. Überdies ergeben sich „aus dieser Annahme völlig befriedigende Erklärungen aller Einzel- „heiten des Vorgangs. Denn dafs jenes sekundäre Licht am äufser- „sten Rande am deutlichsten wahrgenommen wird, ist in der Kürze „des Weges begründet, den die Sonnenstrahlen zu durchlaufen haben. „Von den Linien, welche einen Kreis durchschneiden, ist nämlich die „gröfste die, welche durch das Centrum geht, die anderen aber sind „um so kleiner, je weiter sie von dieser entfernt sind. Aus demselben „Grunde, sagt er, sei zu erklären, dafs dieses Licht wenig abnimmt.[86]) „Schliefslich läfst sich auf diesem Wege die Ursache nachweisen, warum „jener hellste Kreis am äufsersten Rande des Mondes sich bei einer „Sonnenfinsternis an dem Teile zeigt, welcher vor der Sonne steht, „nicht aber an dem Rande, der über die Sonnenscheibe hinausragt. „Dies kommt nämlich daher, dafs die Sonnenstrahlen geradewegs zu „unserem Auge durch die vor der Sonnenscheibe befindlichen Teile „dringen; die Strahlen aber, welche durch die überragenden Teile hin- „durchgehen, gelangen nicht in unser Auge."

Sekundäres Mondlicht nach einigen von der Sonne verursacht.

Salv. Wenn dieser Philosoph der erste wäre, der eine solche Ansicht aufgestellt, so würde ich nicht erstaunt sein, ihn dermafsen in sie verliebt zu sehen, dafs er sie für wahr hingenommen. Wo er sie aber von anderen übernommen hat, so kann ich keinen ausreichenden

Entschuldigungsgrund finden, dafs er das Fehlerhafte derselben nicht erkannte; umsomehr als er die richtige Erklärung der Erscheinung kennen gelernt hat und durch tausend deutlich sprechende Kontrollversuche sich hätte vergewissern können, dafs die Ursache nichts Anderes als der Reflex der Erde sei. Wie einerseits die Kenntnis des wahren Sachverhalts kein günstiges Zeugnis ablegt für die Umsicht dieses Schriftstellers und ebenso aller anderen, welche diese Erklärung verwerfen, so entschuldbar erscheinen auf der anderen Seite in meinen Augen die älteren Schriftsteller, welche sie nicht gehört haben und nicht selbst darauf verfallen sind, die aber sicherlich ihre Richtigkeit ohne das mindeste Widerstreben zugeben würden, wenn sie dieselbe jetzt hörten. Soll ich offen meine Meinung sagen, so kann ich mir unmöglich denken, der Autor glaube nicht auch an sie. Ich vermute, dafs, weil er selbst sich nicht als Urheber derselben aufspielen kann, er sie gerne unterdrücken und herabsetzen möchte, wenigstens bei den Einfältigen, deren Zahl bekanntlich Legion ist. Viele freuen sich mehr des lauten Beifalls der Menge, als der Beistimmung seitens einiger wenigen hervorragenden Männer.

Sagr. Nicht weiter, Signore Salviati, ich bitte; Ihr trefft, wie mir scheint, bei dem, was Ihr sagt, den Nagel nicht auf den Kopf. Denn wer das Publikum ins Garn zu locken weifs, versteht auch die Kunst, fremde Erfindungen sich anzueignen, sie müfsten denn so alt und auf Kathedern und Gassen so breitgetreten sein, dafs sie mehr als allbekannt sind.

Es kommt auf dasselbe hinaus, ob die Ansichten den Menschen neu sind, oder die Menschen den Ansichten

Salv. O, ich denke schlimmer als Ihr: was sagt Ihr da von alt und allbekannt? Kommt es nicht auf dasselbe hinaus, ob die Ansichten und Entdeckungen den Menschen neu sind, oder ob die Menschen ihnen neu sind? Wenn Ihr zufrieden wäret mit dem Beifall der Anfänger, die nach und nach in die Wissenschaften eingeführt werden, so könntet Ihr Euch als den Erfinder der Buchstabenschrift ausgeben und so in ihren Augen bewundernswert erscheinen. Mag auch im Laufe der Zeit Euere Schlauheit an den Tag kommen, so schadet das für Eueren Zweck wenig, denn neuer Nachwuchs macht die Schar Euerer Anhänger wieder vollzählig. — Doch wenden wir uns dazu, dem Signore Simplicio zu zeigen, auf wie schwachen Füfsen das Räsonnement seines modernen Autors steht; es laufen dabei falsche Thatsachen unter, nicht zwingende Schlüsse und unvollziehbare Vorstellungen. Erstlich ist es falsch, dafs das sekundäre Licht heller am äufsersten Rande sei als in der Mitte, so dafs gewissermafsen ein Ring oder Kreis entstünde, der heller als das übrige Feld ist. Betrachtet man allerdings den Mond im Dämmerlichte, so scheint ein solcher

Kreis beim ersten Blick vorhanden zu sein. Es ist dies aber eine Täuschung; derselbe rührt von der Verschiedenartigkeit der Grenzen her, welche das sekundär erleuchtete Feld des Mondes umgeben. Auf der Sonnenseite nämlich grenzt es an die hell erleuchtete Mondsichel, auf der anderen hingegen stöfst es an das dunkle Feld des dämmernden Himmels. Im Vergleich zu diesem scheint uns die Helligkeit der Mondscheibe gröfser, während sie auf der anderen Seite von dem gröfseren Glanze der Sichel übertroffen wird. Wenn daher der moderne Autor versucht hätte, durch einen Schirm, etwa das Dach eines Hauses oder sonst etwas Dazwischenliegendes, das primäre Licht vom Auge fernzuhalten, so dafs blofs der nicht sichelförmige Teil des Mondes sichtbar bliebe, so hätte er ihn ganz gleichmäfsig leuchtend gesehen.

Sekundares Mondlicht scheint in Form eines Rings dh hell am aufsersten Rande, nicht aber in der Mitte: Erklärung dafür

Methode das sekundäre Mondlicht zu beobachten.

Simpl. Ich glaube mich jedoch zu erinnern, dafs er schreibt, sich eines solchen Kunstgriffs bedient zu haben, um sich die leuchtende Sichel zu verdecken.

Salv. O, wenn es so steht, so ist das, was ich für Mangel an Sorgfalt hielt, eine Lüge, die sogar an Dreistigkeit grenzt, denn jeder kann den Versuch beliebig oft wiederholen. Dafs sodann die Mondscheibe bei einer Sonnenfinsternis auf andere Weise gesehen werde, als durch den Mangel jedweden Lichtes, bezweifele ich sehr, namentlich wenn die Finsternis keine totale ist, wie es bei den Beobachtungen des Autors der Fall gewesen sein mufs. Wenn dieselbe aber auch leuchtend erschiene, so steht das nicht in Widerspruch, sondern in Einklang mit unserer Meinung, da ja die ganze sonnenbeleuchtete Erdhalbkugel dem Monde gegenüber liegt. Mag auch von dieser ein Teil durch den Schatten des Mondes verdunkelt sein, so ist dieser doch aufserordentlich klein gegen den übrigen, der hell bleibt. Was er weiter hinzufügt, dafs bei solcher Gelegenheit der Teil des Randes, der vor der Sonnenscheibe sich befindet, sehr hell erscheint, nicht so aber der über die Sonne hinausragende, und dafs dies darum geschehe, weil durch jenen Teil die Sonnenstrahlen direkt in unser Auge gelangten, durch diesen aber nicht, so gehört das zu den Fabeln, welche beweisen, dafs alles andere, was der Erzähler vorbringt, gleichfalls erdichtet ist. Denn wenn das sekundäre Licht der Mondscheibe nur sichtbar wird, sobald die Sonnenstrahlen direkt in unser Auge gelangen, merkt denn der gute Mann dann nicht, dafs wir das sekundäre Licht überhaupt nur bei Sonnenfinsternissen sehen könnten? Wenn schon bei einer Entfernung von noch nicht einem halben Grad ein Teil der Mondscheibe die Sonnenstrahlen nicht in unser Auge gelangen läfst, wie wird es dann stehen, wenn seine Entfernung von der Sonne zwanzig bis dreifsig Grad beträgt wie bei seinem ersten Wiedererscheinen nach

Die Scheibe des Mondes bei einer Sonnenfinsternis nur durch den Mangel an Licht sichtbar

Der Verfasser des Thesenbüchleins paßt die Thatsachen seinen Behauptungen an, nicht seine Behauptungen den Thatsachen.

Neumond? Dieser Herr konstruiert die Thatsachen Schritt für Schritt, wie er sie gerade für seine Behauptung gebraucht, statt seine Behauptungen Schritt für Schritt den Thatsachen anzupassen. Hört: um zu ermöglichen, dafs das Sonnenlicht in die Substanz des Mondes eindringen kann, giebt er sie für halbdurchsichtig aus, etwa nach Art einer Wolke oder eines Krystalls. Wie stellt er sich dann aber eine solche Durchsichtigkeit vor, wenn die Sonnenstrahlen durch eine mehr als zweitausend Miglien dicke Wolkenschicht dringen sollen?[87]) Angenommen aber, er antworte kühn, das könne bei Himmelskörpern ganz wohl möglich sein, da sie von anderem Bau seien als unsere elementaren unreinen und trüben Stoffe; widerlegen wir lieber seinen Irrtum durch Gründe, die keine Antwort oder, besser gesagt, keine Ausflucht zulassen. Wenn er an der Behauptung festhalten will, die Substanz des Mondes sei durchsichtig, so mufs er dies gelten lassen, wenn auch die Sonnenstrahlen seine ganze Tiefe zu durchsetzen haben, d. h. eine Strecke von mehr als zweitausend Miglien; andererseits aber mufs er einräumen, dafs wenn nur ein Hindernis von einer Miglie oder noch weniger sich ihnen in den Weg stellt, sie dieses nicht besser durchdringen als einen unserer Berge.[88])

Possen, der einem Menschen gespielt wurde, welcher das Geheimnis auf tausend Miglien mit jemandem sich zu unterhalten verkaufen wollte

Sagr. Ihr ruft mir einen Menschen ins Gedächtnis, der mir einmal das Geheimnis verkaufen wollte, wie man mittels der Fernwirkung von Magnetnadeln sich mit jemand auf eine Entfernung von zwei- bis dreitausend Miglien unterhalten könne.[89]) Ich sagte ihm, dafs ich es gerne kaufen würde, ich möchte nur vorher eine Probe sehen; ich wolle sie schon als befriedigend betrachten, wenn ich mich in einem meiner Zimmer, er sich in einem anderen befände. Er erwiderte, dafs in so kleiner Entfernung die Wirkung nicht gut wahrzunehmen sei. Darauf hiefs ich ihn gehen, indem ich ihm sagte, ich verspürte vorläufig keine Lust, nach Kairo oder Moskau zu reisen, um eine Probe zu veranstalten; wenn er jedoch gehen wolle, würde ich in Venedig die Rolle des anderen übernehmen. — Aber hören wir, wie es um die Folgerichtigkeit des Autors steht und wieso er zugeben mufs, der Stoff des Mondes sei höchst durchlässig für die Sonnenstrahlen in einer Tiefe von zweitausend Miglien, aber so undurchsichtig wie nur irgend einer unserer Berge bei einer Dicke von blofs einer Miglie.

Salv. Die Berge des Mondes selbst legen dafür Zeugnis ab. Sie werfen, auf der einen Seite von der Sonne getroffen, nach der entgegengesetzten tiefschwarze Schatten, die sehr viel schärfer begrenzt sind als die Schatten unserer Berge. Wären sie durchsichtig, so hätten wir niemals irgend welche Unebenheit der Mondoberfläche kennen gelernt, noch jene leuchtenden Spitzen erblicken können, welche jenseits

der Grenze des erleuchteten Teils gegen den finsteren in letzterem gelegen sind. Ja eben diese Grenze würden wir gar nicht so deutlich sehen, wenn wirklich das Sonnenlicht in die Tiefe des Mondes eindränge. Nach den eigenen Worten des Verfassers müfste der Übergang und die Scheidelinie zwischen dem sonnenbeleuchteten und unbeleuchteten Teile sehr verwaschen und aus Hell und Dunkel gemischt sein. Denn ein Stoff, welcher den Sonnenstrahlen den Durchgang bis zu einer Tiefe von zweitausend Miglien verstattet, mufs doch so durchsichtig sein, dafs er bei einer Dicke, die noch nicht den hundertsten Teil davon beträgt, dem Lichte nur ganz geringen Widerstand entgegensetzt. Gleichwohl ist die Grenze, welche den erleuchteten Teil von dem dunkeln trennt, scharf und so deutlich wie der Unterschied von Schwarz und Weifs, besonders wo die Scheide über die von Natur helleren und rauheren Partieen des Mondes hinwegläuft. Wo sie hingegen die von alters her bekannten Flecken schneidet, welche Ebenen sind, da ist wegen ihrer sphärischen Krümmung und des dadurch bedingten schiefen Auffalls der Sonnenstrahlen die Grenze minder scharf, weil die Beleuchtung daselbst matter ist. Wenn er schliefslich sagt, das sekundäre Licht werde mit wachsendem Monde nicht schwächer und nebelhafter, sondern erhalte sich beständig in gleicher Stärke, so ist das durchaus falsch. Man sieht im Gegenteil in der Quadratur wenig mehr davon, während es gerade umgekehrt lebhafter erscheinen sollte, da man es unbeeinträchtigt vom Dämmerlichte in der finstersten Nacht beobachten kann. — Danach gelangen wir zu dem Ergebnis, dafs der Reflex der Erde nach dem Monde sehr bedeutend ist. Was aber Euerer ganz besonderen Beachtung wert ist, Ihr könnt daraus eine weitere herrliche Folgerung ziehen: wenn es nämlich wahr ist, dafs die Planeten auf die Erde durch ihre Bewegung und ihr Licht einwirken, so wird vielleicht die Erde nicht weniger energisch umgekehrt auf sie einwirken und zwar gleichfalls durch ihr Licht, möglicherweise auch durch ihre Bewegung. Wenn sie sich aber auch nicht bewegt, so kann ihr doch diese nämliche Einwirkung verbleiben; denn, wie wir gesehen haben, die Wirksamkeit des Lichtes ist genau dieselbe, die des reflektierten Sonnenlichtes. Die Bewegung aber bewirkt nichts weiter als die Verschiedenheit der Aspekte, die in derselben Weise stattfinden, mag man nun die Erde sich bewegen und die Sonne feststehen lassen, oder die umgekehrte Annahme machen.

Die Erde wirkt möglicherweise umgekehrt mittels ihres Lichtes auf die Himmelskörper ein.

Simpl. Ihr werdet keinen Philosophen finden, der gesagt hätte, die Körper der unteren Regionen wirkten auf die des Himmels ein und Aristoteles sagt klar das Gegenteil.

Salv. Aristoteles und die anderen, welche nicht gewufst haben,

dafs die Erde und der Mond sich wechselseitig beleuchten, sind entschuldbar; sie würden aber allerdings Tadel verdienen, wenn sie von uns zwar das Zugeständnis und den Glauben erwarteten, der Mond wirke durch sein Licht auf die Erde ein, wenn sie hingegen die Wirkung der Erde auf den Mond uns, die wir sie über die Beleuchtung des Mondes von seiten der Erde belehrt haben, in Abrede stellen wollten.

Simpl. Mit einem Worte, ich fühle eine unüberwindliche Abneigung dagegen, diese Gleichberechtigung zuzugeben, die Ihr zwischen Erde und Mond statuieren wollt, indem Ihr jene gewissermafsen derselben Rangklasse zuweist wie die Sterne. Wenn es auch sonst nichts wäre, schon die weite Trennung und Entfernung zwischen ihr und den Himmelskörpern scheint notwendig für einen sehr bedeutenden Unterschied beider zu sprechen.

Salv. Seht, Signore Simplicio, was ein altes Vorurteil, eine eingewurzelte Gewohnheit nicht alles thut: sie macht Euch so verblendet, dafs Ihr sogar Dinge vorbringt, die gegen Euch sprechen, und sie als günstig für Euere Ansicht auffafst. Wenn Trennung und Entfernung Umstände sind, die in Eueren Augen eine wesentliche Verschiedenheit bedingen, so mufs umgekehrt nahe Nachbarschaft Ähnlichkeit im Gefolge haben. Wie viel näher aber ist der Mond der Erde als irgend welchem anderen Himmelskörper? Durch Euer eigenes Zugeständnis — und Ihr habt darin manchen Philosophen zum Gefährten — statuiert Ihr eine enge Verwandtschaft zwischen Erde und Mond. — Nun lafst uns fortfahren; bringt vor, was sonst etwa zu erwägen wäre betreffs Euerer Bedenken gegen die Ähnlichkeit zwischen diesen beiden Körpern.

Verwandtschaft von Erde und Mond rücksichtlich ihrer Nähe.

Simpl. Es wäre noch die Festigkeit des Mondes zu besprechen, welche ich daraus folgerte, dafs er aufserordentlich glatt und blank ist, Ihr aber aus seiner gebirgigen Natur. Ein weiteres Bedenken erwuchs mir aus meiner Überzeugung, dafs der Widerschein des Meeres wegen der Gleichmäfsigkeit seiner Oberfläche kräftiger sei als der des Landes, dessen Oberfläche so rauh und undurchsichtig ist.

Salv. Auf den ersten Einwand bemerke ich folgendes: gleichwie die Teile der Erde vermöge ihrer Schwere zwar das Bestreben haben sich dem Mittelpunkte soviel wie möglich zu nähern, dennoch aber einige weiter von ihm entfernt bleiben als andere, die Bergspitzen nämlich weiter entfernt sind als die Ebenen und zwar infolge ihrer Härte und Festigkeit — bestünden sie nämlich aus einem flüssigen Stoffe, so würden sie sich glätten — ebenso spricht die Beobachtung von Erhöhungen auf der Kugelfläche des Mondes für deren Härte. Denn aller Wahrscheinlichkeit nach hat der Mond die Kugelgestalt

Festigkeit des Mondballs ergiebt sich aus seiner Gebirgigkeit.

angenommen infolge des gleichmäfsigen Strebens seiner Teile nach einem und demselben Mittelpunkte. — Den zweiten Einwand betreffend, so glaube ich: aus unseren Betrachtungen und Versuchen mit Spiegeln können wir klar ersehen, dafs der vom Meere bewirkte Reflex des Lichtes dem des Landes weit nachstehen mufs, soweit es sich um das überallhin zerstreute Licht handelt. Der besondere Reflex freilich, welchen die ruhende Wasseroberfläche nach einer bestimmten Richtung entsendet, erscheint demjenigen, der sich in dieser Richtung befindet, aufserordentlich intensiv; aber von allen übrigen Stellen aus wird die Oberfläche des Wassers dunkler als die des Landes erscheinen. Um uns sinnlich davon zu überzeugen, gehen wir dort in den Saal und gieſsen etwas Wasser auf den Fufsboden. Sagt mir: sieht diese benetzte Fliese nicht weit dunkler aus als die anderen trockenen? Gewifs: und dieses Aussehen wird sie von jedem beliebigen Standorte aus zeigen mit Ausnahme des einzigen, nach welchem hin das Licht, welches durch das Fenster eintritt, reflektiert wird. Geht jetzt also ganz langsam rückwärts.

Lichtreflex vom Meere schwächer als vom Lande.

Versuch, der beweist, dafs der Reflex des Wassers weniger hell ist als der der Erde.

Simpl. Von hier aus erscheint mir der benetzte Teil heller als der übrige Fufsboden, und ich sehe, dafs dies daher rührt, weil der Reflex des durch das Fenster eindringenden Lichtes nunmehr nach mir hin gerichtet ist.

Salv. Diese Benetzung hat nur bewirkt, dafs die kleinen Vertiefungen der Fliesen ausgefüllt werden und dafs somit deren Oberfläche sich in eine vollkommene Ebene verwandelt, welche nunmehr das gesamte zurückgeworfene Licht nach einer Richtung entsendet. Der übrige Fufsboden aber ist rauh, d. h. er besteht aus zahllosen, ganz verschieden gerichteten, winzigen Teilchen, so dafs die Reflexe nach allen Richtungen gelangen, freilich schwächer, als wenn sie alle vereint dieselbe Richtung einschlügen. Daher ändert sich sein Aussehen wenig oder gar nicht, wenn man ihn von verschiedenen Seiten her betrachtet, er zeigt sich vielmehr von allen Stellen aus gesehen gleich hell, aber freilich viel weniger hell als der Reflex der benetzten Stelle. Daraus schliefse ich, dafs die vom Monde aus gesehene Oberfläche des Meeres, da sie — abgesehen von Inseln und Klippen — vollständig eben erscheinen würde, gerade darum sich weniger hell ausnähme als die des gebirgigen und unebenen Landes. Wenn ich nicht fürchtete über das Ziel hinauszuschiefsen, wie man zu sagen pflegt, so würde ich noch anführen, dafs ich das sekundäre Licht, welches der Mond meiner Ansicht nach dem Reflex der Erde verdankt, merklich heller zwei oder drei Tage vor der Konjunktion beobachtet habe als nachher: d. h. dann heller, wenn wir den Mond vor Sonnenaufgang im Osten

Sekundares Mondlicht heller vor der Konjunktion als nach derselben

erblicken, als zur Zeit, wo er sich des Abends nach Sonnenuntergang im Westen zeigt. Dieser Unterschied rührt daher, dafs die Erdhälfte, welche dem im Westen stehenden Monde gegenüberliegt, wenig Meer und sehr viel Land enthält, nämlich ganz Asien; bei seinem Stande im Westen hingegen liegt er einem gewaltigen Meere gegenüber, dem ganzen atlantischen Ocean bis hinüber nach Amerika: ein sehr triftiger Grund für das dunklere Aussehen der Wasseroberfläche im Vergleich zu der des Landes.[90])

Simpl.*) Ihr glaubt also wohl auch, dafs die grofsen Flecken, die auf der Fläche des Mondes zu sehen sind, Meere seien, die übrigen helleren Partieen hingegen Land oder etwas Ähnliches?[91])

Salv. Das, wonach Ihr eben fragt, bildet die erste der Unähnlichkeiten, die nach meiner Ansicht zwischen Mond und Erde bestehen. Es ist an der Zeit, dafs wir auch dieses Kapitel erledigen, denn wir sind nur allzulange bei dem Monde verweilt. Ich bemerke also: wenn es in der Natur nur eine einzige Art und Weise gäbe, um zwei von der Sonne beleuchtete Oberflächen verschieden hell erscheinen zu lassen, nämlich die, dafs die eine aus Land, die andere aus Wasser besteht, so läge allerdings die Notwendigkeit vor, auf der Oberfläche des Mondes Land und Wasser zu unterscheiden. Da uns aber mehrere Ursachen bekannt sind, die dieselbe Wirkung hervorbringen können, und möglicherweise noch andere uns unbekannte vorhanden sind, so möchte ich mich nicht erkühnen ein entscheidendes Urteil betreffs des Mondes abzugeben. Wir haben bereits früher gesehen, wie eine matte Silberplatte durch Behandlung mit dem Polierstahl ihr weifses Aussehen in ein dunkeles verwandelt. Feuchtes Erdreich erscheint dunkeler als trockenes; auf Bergabhängen sehen bewaldete Stellen weit finsterer aus als nackte und unfruchtbare, was daher rührt, dafs zwischen die einzelnen Bäume viel Schatten fällt, während die unbewachsenen Stellen allenthalben von der Sonne erhellt sind. Diese Beimischung von Schatten bewirkt, dafs z. B. bei dem geblümten Sammet die Farbe der geschnittenen Seide infolge der zwischen die einzelnen Haare verteilten Schatten viel dunkler scheint als die der ungeschnittenen, ebenso glatter Sammet tiefer gefärbt als aus derselben Seide gewebter Ermesintaft.[92]) Wären daher auf dem Monde Gegenden nach Art unserer Wälder, so würden sie möglicherweise das Ansehen der von uns wahrgenommenen Flecken haben können; aber auch wenn diese Meere wären, würde ein ähnlicher Farbenunterschied die Folge sein; endlich

*) *Nach Euerer Meinung also würde der Erdball einen ähnlichen Eindruck machen, wie die beiden Hauptpartieen, die wir am Monde unterscheiden.*

ist es nicht ausgeschlossen, dafs die Flecken wirklich eine dunkelere Farbe besitzen als das Übrige, ähnlich wie der Schnee den Bergen eine hellere Farbe verleiht. Soviel steht fest, dafs die dunkeleren Teile des Mondes Ebenen sind, in welchen nur wenige Felsen und Dämme auftreten, ohne dafs sie jedoch ganz fehlten. Die anderen helleren Partieen sind über und über mit Felsen, Bergen, kreisförmigen und anders gestalteten Wällen bedeckt; besonders finden sich rings um die Flecken gewaltige Bergzüge. Dafs die Flecken ebene Flächen sind, geht aus der Gestalt der Grenze hervor, welche den beleuchteten Teil von dem dunkeln scheidet. Sie läuft nämlich über die Flecken in gleichmäfsigem Zuge hinweg, während sie an den hellen Teilen gebrochen und gezackt erscheint. Ich weifs aber doch nicht, ob diese ebene Beschaffenheit der Oberfläche allein zur Erklärung des dunkeln Aussehens ausreicht und glaube es kaum. Auch abgesehen davon halte ich dafür, dafs der Mond sehr verschieden von der Erde ist, weil er zwar nach meiner Ansicht nicht aus brachliegenden, leblosen Strichen Landes besteht, dennoch aber eine Bewegung und ein Leben sich auf ihm nicht mit Sicherheit behaupten läfst, noch viel weniger, dafs er Pflanzen, Tiere oder andere den irdischen ähnliche Dinge erzeugt. Wenn es dergleichen Dinge dort giebt, würden sie vielmehr völlig verschieden und unserem Vorstellungsvermögen ganz entrückt sein. Ich neige aus dem Grunde zu dieser Ansicht, weil ich erstens glaube, dafs der Stoff des Mondballs nicht aus Land und Wasser besteht. Dies allein reicht schon hin, eine Erzeugung und einen Wechsel, wie er auf Erden stattfindet, auszuschliefsen. Aber gesetzt auch, es gäbe auf ihm Land und Wasser, jedenfalls würden die dort lebenden Tiere und Pflanzen von den unseren völlig verschieden sein und zwar vornehmlich aus zwei Gründen. Erstens ist für alles Leben auf der Erde die wechselnde Stellung der Sonne völlig unentbehrlich, so dafs ohne diesen Wechsel alles zu Grunde ginge. Nun ist aber das Verhalten der Sonne gegenüber der Erde wesentlich anders als gegenüber dem Monde. Was die Tageszeiten betrifft, so haben wir an den meisten Punkten der Erde innerhalb 24 Stunden einen Wechsel von Tag und Nacht, während der entsprechende Vorgang auf dem Monde einen Monat dauert; sodann vollzieht sich der jährliche Wechsel zwischen dem höheren und tieferen Stande der Sonne, welcher die verschiedenen Jahreszeiten und die Ungleichheit der Tage und Nächte bei uns verursacht, auf dem Monde gleichfalls innerhalb eines Monats. Während ferner bei uns der höchste und tiefste Stand der Sonne sich annähernd um 47 Grad unterscheidet — so grofs nämlich ist der Abstand der Wendekreise von einander — beträgt hingegen der Unterschied auf

Die dunkleren Teile des Mondes sind eben, die hellern gebirgig.

Rings um die Flecken des Mondes finden sich lange Bergketten.

Der Mond bringt keine den unsrigen ähnliche Erzeugnisse hervor, sondern, wenn überhaupt welche, dann ganz verschiedene.

Mond nicht aus Land und Wasser zusammengesetzt.

Wechselnde Stellung der Sonne, welche für ein Entstehen bei uns unentbehrlich ist, verhält sich auf dem Monde anders.

Ein natürlicher Tag dauert auf dem Monde einen Monat.

Auf dem Monde schwankt die Höhe der Sonne um 10 Grad, auf der Erde um 47.

dem Monde nur wenig mehr als 10 Grad; denn um ebensoviel unterscheidet sich bei der Mondbahn die gröfste Breite diesseits und jenseits der Ekliptik. Man stelle sich nun vor, welche Folgen es haben würde, wenn die heifse Zone einen halben Monat ohne Unterbrechung von der Sonne beschienen würde; es versteht sich, dafs unfehlbar alle Bäume, Kräuter und Tiere vernichtet würden. Wenn also doch auf dem Monde eine Erzeugung stattfände, so könnte es sich nur um Pflanzen und Tiere von völlig anderer Beschaffenheit handeln. Zweitens halte ich es für ausgemacht, dafs es auf dem Monde nicht regnet; würden sich nämlich ähnlich wie auf Erden Wolken zusammenballen, so müfsten sie ein oder das andere Detail, das wir mittels des Fernrohres sehen, verbergen oder doch irgendwie sein Aussehen verändern: eine Erscheinung, die ich trotz langer und sorgfältiger Beobachtungen niemals bemerkt habe; im Gegenteil habe ich eine stets gleichförmige Heiterkeit und Reinheit wahrgenommen.

Auf dem Monde regnet es nicht.

Sagr. Darauf könnte man erwidern, dafs vielleicht Tau in grofser Menge fiele oder dafs es nur nachts bei mangelnder Sonnenbeleuchtung regnete.

Salv. Wenn wir auf Grund anderer Erscheinungen ein Recht zu der Vermutung hätten, dafs der Mond ähnliche Geschöpfe erzeugt wie die auf Erden lebenden, und wenn wir blofs die Mitwirkung des Regens vermifsten, so würden wir daran denken dürfen oder an sonst einen Ersatz des fehlenden Regens: wie etwa die Nilüberschwemmungen in Ägypten ein solcher sind. Da wir aber keine einzige der vielen Vorbedingungen, die für eine solche Entwicklung unerläfslich wären, in Übereinstimmung mit unseren irdischen Verhältnissen verwirklicht finden, hat es keinen Zweck eine einzige mühselig zu konstruieren und auch diese nicht einer zuverlässigen Beobachtung zufolge, sondern auf Grund einer blofsen Möglichkeit. Wenn übrigens jemand die Frage, ob dort dieselben oder andere Wesen erzeugt würden wie auf Erden, blofs nach meinem Gefühle und gesunden Menschenverstande von mir beantwortet wissen wollte, so würde ich mich dennoch für die völlige Verschiedenheit, ja für gänzliche Unvorstellbarkeit aussprechen. Denn dies allein scheint mir dem Reichtum der Natur und der Allmacht des Schöpfers und Lenkers angemessen zu sein.

Sagr. Mir ist stets als höchste Vermessenheit erschienen, wenn man menschliche Fassungsgabe zum Mafsstab dessen machen will, was die Natur zu wirken vermag, während im Gegenteil kein Vorgang in der Natur sich abspielt, sei er noch so unbedeutend, zu dessen voller Erkenntnis auch das tiefste Nachdenken durchdringen könnte. Die eitele Anmafsung alles verstehen zu wollen, entspringt nur aus dem gänz-

lichen Mangel irgend welcher Erkenntnis.[95]) Hätte jemand auch nur einmal versucht eine Sache vollkommen zu verstehen und hätte wirklich geschmeckt, was Wissen ist, so würde er erkennen, dafs er keine der unendlich vielen anderen Wahrheiten begreift.

Nur wer nichts vollkommen verstanden hat, glaubt alles zu verstehen.

Salv. Unwiderleglich ist, was Ihr da sagt. Zum Beweise dient uns das Beispiel derer, die etwas verstehen oder verstanden haben: je weiser sie sind, um so mehr erkennen sie und um so freimütiger gestehen sie, dafs sie wenig wissen. Der weiseste Mann Griechenlands, der vom Orakel als solcher bezeichnet wurde, sagte offen, er sehe ein, dafs er nichts wisse.

Simpl. Es mufs also das Orakel oder Sokrates selbst gelogen haben, da jenes ihn preist als den Weisesten, dieser sagt, er kenne sich als völlig unwissend.

Salv. Weder das eine noch das andere braucht der Fall zu sein, da beide Aussprüche wahr sein können. Das Orakel nennt Sokrates den weisesten von allen Menschen, deren Weisheit eine beschränkte ist. Sokrates erkennt sich für unwissend im Vergleich zur absoluten Weisheit, welche unendlich ist. Da aber von dem Unendlichen das Viele kein gröfserer Teil ist als das Wenige oder das Nichts — um z. B. eine unendlich grofse Zahl zu erhalten, thut es die gleichen Dienste Tausende zu summieren, oder Hunderte, oder Nullen — darum war sich Sokrates wohl bewufst, seine begrenzte Weisheit sei nichts gegen die unendliche, die ihm fehlte. Da aber auch bei den Menschen eine gewisse Erkenntnis sich findet und zwar ungleich unter sie verteilt, so mochte Sokrates ein gröfseres Teil als andere besitzen und so die Antwort des Orakels zu Recht bestehen.

Richtigkeit des Orakelspruchs, welcher Sokrates für den weisesten Menschen erklärt.

Sagr. Ich glaube diesen Punkt sehr wohl zu verstehen. Die Menschen, Signore Simplicio, besitzen die Macht zu handeln, aber nicht alle gleichmäfsig. Sicherlich ist der Einfluſs eines Kaisers sehr viel gröfser als der eines einfachen Bürgers; aber dieser wie jener ist nichts im Vergleich zur göttlichen Allmacht. Es giebt Leute, die vom Landbau mehr verstehen als andere: was aber hat die Kunst, ein Rebreis zu pflanzen gemein mit der Kunst es Wurzel schlagen zu lassen, ihm Nahrung zuzuführen, von dieser einen Teil zum Aufbau der Blätter auszuwählen, einen anderen zur Bildung der Ranken, wieder einen anderen für die der Trauben, des Fleisches und der Haut der Beeren; alles dies aber wirkt die allweise Natur. Nun das ist ein einziges von den unzähligen Werken, die sie zustande bringt und in ihm allein offenbart sie eine unendliche Weisheit; daraus läfst sich ermessen, wie das göttliche Wissen unendlich mal unendlich ist.

Göttliches Wissen unendlich mal unendlich.

Salv. Noch ein anderes Beispiel. Die Kunst, in einem Marmor-

Erhabenheit des Genies bei Buonarruoti.

block eine herrliche Statue zu entdecken, hat das Genie Buonarruotis hoch über die gemeinen Geister anderer Menschen gestellt, nicht wahr? Und doch ist ein solches Werk nichts anderes als eine äufserliche, oberflächliche Nachahmung einer einzigen Körperhaltung und Gliederstellung eines unbewegten Menschen. Was ist eine solche verglichen mit dem Menschen, wie ihn die Natur geschaffen, an dem so viele äufsere und innere Organe sich befinden, eine solche Menge von Muskeln, Sehnen, Nerven, Knochen, welche so viele mannigfaltige Bewegungen ermöglichen? Und nun gar die Sinne, die Seelenvermögen und endlich der Verstand? Können wir nicht mit Recht sagen, die Anfertigung einer Statue stehe unendlich weit zurück hinter der Gestaltung eines lebendigen Menschen, ja des verachtetsten Wurmes?

Sagr. Und welch ein Unterschied mag wohl zwischen der Taube des Archytas und einer natürlichen gewesen sein? [4])

Simpl. Wenn ich anders zu den Menschen gehöre, die Verstand besitzen, so liegt in dem, was Ihr sagt, ein offenbarer Widerspruch. Als einen der grofsen Vorzüge, ja als den gröfsten von allen betrachtet Ihr an dem von der Natur geschaffenen Menschen den Verstand; und doch sagtet Ihr noch eben mit Sokrates, dafs sein Verstand ein Nichts sei. Man mufs also sagen, auch die Natur habe nicht verstanden einen Geist hervorzubringen, der versteht.

Salv. Euer Einwand ist sehr scharfsinnig; um darauf zu erwidern, mufs man sich auf eine philosophische Unterscheidung berufen und feststellen, dafs der Begriff des Verstehens in zweierlei Weise gebraucht werden kann, nämlich intensive oder extensive. Extensive,

Die Begriffsfähigkeit des Menschen ist intensive bedeutend, extensive gering.

d. h. bezüglich der Menge der zu begreifenden Dinge, deren Zahl unendlich ist, ist der menschliche Verstand gleich Nichts, hätte er auch tausend Wahrheiten erkannt; denn Tausend ist im Vergleich zur Unendlichkeit nicht mehr wie Null. Nimmt man aber das Verstehen intensive, insofern dieser Ausdruck die Intensität d. h. die Vollkommenheit in der Erkenntnis irgend einer einzelnen Wahrheit bedeutet, so behaupte ich, dafs der menschliche Intellekt einige Wahrheiten so vollkommen begreift und ihrer so unbedingt gewifs ist, wie es nur die Natur selbst sein kann. Dahin gehören die rein mathematischen Erkenntnisse, nämlich die Geometrie und die Arithmetik. Freilich erkennt der göttliche Geist unendlich viel mehr mathematische Wahrheiten, denn er erkennt sie alle. Die Erkenntnis der wenigen aber, welche der menschliche Geist begriffen, kommt meiner Meinung an objektiver Gewifsheit der göttlichen Erkenntnis gleich; denn sie gelangt bis zur Einsicht ihrer Notwendigkeit, und eine höhere Stufe der Gewifsheit kann es wohl nicht geben.

Simpl. Das heifse ich entschieden und kühn gesprochen.

Salv. Diese Sätze sind allgemein anerkannt und weit erhaben über den Verdacht der Vermessenheit oder Kühnheit.[95]) Sie thun der Majestät der göttlichen Allwissenheit keinen Eintrag, so wenig es die göttliche Allmacht beeinträchtigt, wenn man sagt, Gott vermöge nicht das Geschehene ungeschehen zu machen. Aber ich vermute, Signore Simplicio, dafs Ihr Verdacht schöpft, weil Ihr meine Worte teilweise mifsverstanden habt. Um mich also besser auszudrücken, so erkläre ich, dafs zwar die Wahrheit, deren Erkenntnis durch die mathematischen Beweise vermittelt wird, dieselbe ist, welche die göttliche Weisheit erkennt; allerdings aber will ich Euch zugeben, dafs die Art und Weise, wie Gott die zahllosen Wahrheiten erkennt, von denen wir nur einige wenige kennen, hoch erhaben über unsere Weise ist. Wir gehen mittels schrittweiser Erörterung weiter von Schlufs zu Schlufs, während er durch blofse Anschauung begreift. So beginnen wir z. B. um die Kenntnis einiger Eigenschaften des Kreises zu gewinnen, deren er unendlich viele besitzt, bei einer der einfachsten, stellen diese als seine Definition hin und gehen von ihr aus durch Schlüsse zu einer zweiten über, von dieser zu einer dritten, sodann zu einer vierten u. s. w. Der göttliche Intellekt hingegen begreift durch blofse Erfassung seines Wesens ohne zeitliches Erwägen die unendliche Fülle seiner Eigenschaften. In Wirklichkeit sind diese denn auch schon in den Definitionen aller Dinge virtuell enthalten und bilden schliefslich, wiewohl an Zahl unendlich, vielleicht doch in ihrem Wesen und im göttlichen Geiste eine Einheit. Dies ist selbst dem menschlichen Intellekt nicht völlig fremd, wohl aber ihm durch tiefen dichten Nebelschleier verdunkelt; er wird einigermafsen heller und durchsichtiger, wenn wir gewisse Folgerungen beherrschen, welche streng bewiesen und dermafsen zu unserem geistigen Eigentum geworden sind, dafs wir rasch von der einen zu einer anderen übergehen können. Denn ist nicht z. B. im Grunde der Satz, dafs das Hypotenusenquadrat gleich der Summe der Kathetenquadrate sei, dasselbe, als dafs Parallelogramme mit gemeinsamer Basis zwischen Parallelen einander gleichen? Und ist schliefslich dies nicht identisch damit, dafs zwei Flächen gleich sein müssen, wenn sie auf einander gelegt sich decken, ohne dafs die eine über die andere hinausragt? Diese Übergänge, zu welchen unser Geist Zeit gebraucht, die er schrittweise vollführt, durchläuft der göttliche Intellekt dem Lichte gleich in einem Augenblicke[96]) oder, was auf dasselbe hinauskommt, sie sind ihm stets alle gegenwärtig. Daraus ergiebt sich mir, dafs unser Erkennen sowohl hinsichtlich der Art als hinsichtlich der Menge des Erkannten unendlich weit gegen das gött-

Die göttliche Weise des Erkennens von menschlicher verschieden.

Menschliches Begreifen erfolgt auf dem Wege des Schliefsens.

Definitionen umfassen virtuell alle Eigenschaften der definierten Begriffe.

Unendliche Zahl der Eigenschaften bilden vielleicht eine Einheit

Übergänge, zu welchen die menschliche Vernunft Zeit gebraucht, vollzieht der göttliche Intellekt momentan; d. h. sie sind ihm stets gegenwärtig.

liche zurücksteht. Doch aber verachte ich jenes nicht so sehr, dafs ich es für absolut Nichts hielte. Wenn ich vielmehr betrachte, wie viele und wie wunderbare Dinge die Menschen verstanden, erforscht und ausgeführt haben, so erkenne und begreife ich nur zu klar, dafs der menschliche Geist ein Werk Gottes ist und zwar eines der ausgezeichnetsten.

Bewundernswerter Scharfsinn des Menschengeistes.

Sagr. Schon oft habe ich bei mir Betrachtungen angestellt über das, wovon ihr eben sprecht, über den Scharfsinn des menschlichen Geistes. Und wenn ich die vielen wunderbaren Entdeckungen der Menschheit in Künsten und Wissenschaften durchgehe und dann an mein Wissen denke, das mich so ganz und gar nicht befähigt eine neue ausfindig zu machen, ja auch nur das Gefundene zu begreifen, dann bin ich verwirrt vor Staunen, niedergeschlagen vor Verzweiflung und halte mich fast für unglücklich. Wenn ich eine vortreffliche Statue betrachte, sage ich bei mir: wann wirst du lernen, aus einem Marmorblock einen solchen Kern herausschälen, die herrliche Form entdecken, die er verbarg? oder verschiedene Farben mischen und sie auf einer Leinwand, einer Mauerfläche ausbreiten, dafs sie das ganze Reich des Sichtbaren darstellen, wie ein Michelangelo, ein Rafael, ein Tizian? Wenn ich erwäge, wie der Mensch die musikalischen Intervalle abzuteilen gelernt, Vorschriften und Regeln aufgestellt hat, um sie zum wunderbaren Ergötzen des Ohres zu verwenden, wann soll ich da aufhören zu staunen? Und die vielen verschiedenen Instrumente? Wie erfüllt die Lektüre der vorzüglichen Dichter den mit Verwunderung, der aufmerksam die Erfindung und Erklärung ihrer Gedanken verfolgt? Was sollen wir von der Baukunst sagen, von der Schiffahrtskunde? Aber wie ragt über alle staunenswerten Erfindungen die Geisteshöhe dessen hervor, der das Mittel ersann, die Gedanken jedwedem Anderen mitzuteilen, wie weit entfernt durch Raum und Zeit er auch sein mag? zu dem zu reden, der in Indien weilt? zu denen zu reden, die noch nicht geboren sind, die erst nach tausend und zehntausend Jahren geboren sein werden? Und mit welcher Leichtigkeit? Durch verschiedene Verbindung einiger zwanzig Zeichen auf einem Blatt Papier. Das mag uns als Krone aller bewundernswerten Erfindungen der Menschen gelten und den Beschlufs unserer heutigen Gespräche bilden. Die heifseste Tageszeit ist vorüber, und Signore Salviati wird gerne, glaube ich, sich unserer Kühle bei einer Gondelfahrt erfreuen wollen. Morgen werde ich Euch beide erwarten, um die begonnenen Unterredungen fortzusetzen.

Erfindung der Schrift staunenswerter als alle anderen.

Zweiter Tag.

Salv. Wir sind gestern vom geraden Wege unserer Erörterungen so oft und so weit abgekommen, dafs ich schwerlich ohne Euere Hilfe wieder ins rechte Geleise komme und fortfahren kann.

Sagr. Ich finde es sehr begreiflich, dafs Ihr Euch einigermafsen in Verwirrung befindet, wo ihr den Kopf über und über voll habt mit dem bereits Vorgetragenen, wie mit dem noch Vorzutragenden. Ich hingegen, der ich als blofser Zuhörer nur das Vernommene im Gedächtnis zu behalten brauche, werde hoffentlich durch kurze Zusammenfassung des Bisherigen den Faden unserer Untersuchung entwirren können. Sofern mich also mein Gedächtnis nicht täuscht, war der Hauptgegenstand unserer gestrigen Gespräche der, dafs wir von Grund aus prüften, welche der beiden Meinungen wahrscheinlicher und begründeter sei: diejenige, nach welcher die Substanz der Himmelskörper unerzeugbar, unzerstörbar, unveränderlich, unempfindlich, kurz abgesehen von der Ortsveränderung jedem Wechsel entrückt ist, und darum ein fünftes Element darstellt, welches durchaus verschieden ist von unseren elementaren, erzeugbaren, zerstörbaren, veränderlichen Körpern; oder die andere Ansicht, nach welcher ein solches Mifsverhältnis zwischen den Teilen des Weltalls in Wegfall kommt, die Erde vielmehr sich derselben Vorzüge erfreut, wie die übrigen das Weltall zusammensetzenden Körper, mit einem Worte ein freibewegter Ball ist, so gut wie der Mond, Jupiter, Venus oder ein anderer Planet. Wir hoben zuletzt viele Übereinstimmungen im einzelnen zwischen der Erde und dem Monde hervor und zwar mehr mit dem Monde als mit einem anderen Planeten, wohl wegen der genaueren und sinnlich greifbareren Kenntnis, die wir infolge seiner geringeren Entfernung über ihn besitzen. Nachdem wir schliefslich zu dem Ergebnis gekommen sind, diese zweite Meinung habe die gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich, verlangt es, wie mir scheint die Folgerichtigkeit, dafs wir die Frage prüfen, ob die Erde für unbeweglich zu halten, wie bisher von den meisten geglaubt wurde, oder für beweglich, wie einige Philo-

sophen des Altertums glaubten und einige neuerdings meinen; und wenn für beweglich, wie beschaffen ihre Bewegung sein mag.

Salv. Nun weifs ich wieder genau, welchen Weg wir einzuschlagen haben. Ehe wir aber weiter zu gehen beginnen, möchte ich mir eine Bemerkung betreffs Euerer letzten Worte erlauben. Ihr sagtet, wir seien zu dem Ergebnis gekommen: die Meinung, nach welcher die Erde für gleichartig mit den Himmelskörpern gehalten wird, sei wahrscheinlicher als die entgegengesetzte. Dies habe ich jedoch nicht behauptet, ebensowenig, wie ich irgend eine andere der streitigen Lehren als erwiesen betrachten werde. Ich habe nur die Absicht gehabt, für und gegen beide Ansichten die Gründe und Gegengründe, die Einwände und deren Beseitigung zur Sprache zu bringen, welche andere bis jetzt vorgebracht haben, sowie einiges Neue, auf das ich durch langes Nachdenken gestofsen bin. Die Entscheidung aber stelle ich dem Urteil anderer anheim.

Sagr. Ich hatte mich von meiner eigenen Empfindung fortreifsen lassen. In dem Glauben, andere müfsten ebenso denken wie ich, habe ich verallgemeinert, was ich beschränkter hätte ausdrücken sollen. Ich habe mir wirklich einen Irrtum zu schulden kommen lassen, namentlich da ich die Ansicht des hier anwesenden Signore Simplicio nicht kenne.

Simpl. Ich gestehe, die ganze letzte Nacht überdachte ich nochmals unsere gestrigen Erörterungen und finde, sie enthalten in der That viel Schönes, Neues und Treffendes. Bei alledem fühle ich mich doch weit mehr durch das Ansehen so grofser Schriftsteller bewogen, und insbesondere — Ihr schüttelt den Kopf, Signore Sagredo, und lächelt, als ob ich ganz etwas Ungeheuerliches sagte.

Sagr. Ich lächle nur, aber glaubt mir, ich ersticke fast, um nicht laut vor Lachen herauszuplatzen; denn Ihr habt mich an eine prächtige Geschichte erinnert, bei welcher ich vor einigen Jahren Zeuge war, gleichzeitig mit einigen anderen befreundeten Edelleuten, deren Namen ich Euch noch nennen könnte.

Salv. Es wird gut sein, wenn Ihr uns die Sache erzählt, sonst möchte Signore Simplicio vielleicht bei der Meinung beharren, er sei es, der Euch lachen gemacht.

Sagr. Es sei. Ich befand mich eines Tages im Hause eines in Venedig sehr angesehenen Arztes, wohin öfters Leute kamen, teils ihrer Studien wegen, teils aus Neugier, um eine Leichensektion von der Hand eines ebenso wahrhaft gelehrten, wie sorgfältigen und geschickten Anatomen ausführen zu sehen. Diesen Tag nun geschah es,

Komische Antwort eines Philo.

dafs man den Ursprung und den Ausgangspunkt der Nerven aufsuchte,

welches eine berühmte Streitfrage zwischen den Ärzten aus der Schule des Galen und den Peripatetikern ist.[1]) Als nun der Anatom zeigte, wie der Hauptstamm der Nerven, vom Gehirn ausgehend, den Nacken entlang zieht, sich durch das Rückgrat erstreckt und durch den ganzen Körper verzweigt, und wie nur ein ganz feiner Faden von Zwirnsdicke zum Herzen gelangt, wendete er sich an einen Edelmann, der ihm als Peripatetiker bekannt war, und um dessentwillen er mit aufserordentlicher Sorgfalt alles bloſsgelegt und gezeigt hatte, mit der Frage, ob er nun zufrieden sei und sich überzeugt habe, dafs die Nerven im Gehirn ihren Ursprung nehmen und nicht im Herzen. Worauf unser Philosoph, nachdem er ein Weilchen in Gedanken dagestanden, erwiderte: Ihr habt mir das alles so klar, so augenfällig gezeigt stünde nicht der Text des Aristoteles entgegen, der deutlich besagt, der Nervenursprung liege im Herzen, man sähe sich zu dem Zugeständnis gezwungen, dafs Ihr Recht habt.

sophen bei Gelegenheit der Aufsuchung des Nervenursprungs.

Ursprung der Nerven nach Aristoteles und nach Ansicht der Ärzte.

Simpl. Ich möchte die Herren doch darauf aufmerksam machen, dafs dieser Streit über den Ursprung der Nerven keineswegs so ausgemacht und entschieden ist, wie sich mancher vielleicht einbildet.

Sagr. Er wird es auch zuverlässig niemals werden; denn es wird nie an solchen Widersachern fehlen. Indessen benimmt das, was Ihr sagt, der Antwort des Peripatetikers nichts von ihrer Wunderlichkeit; denn er brachte gegen eine so augenscheinliche Erfahrung nicht etwa andere Erfahrungen oder Gründe aus dem Aristoteles vor, sondern nichts als seine Autorität, das bloſse *ipse dixit*.[2])

Simpl. Aristoteles hat so grofses Ansehen nur durch seine schlagenden Beweise, seine tiefsinnigen Untersuchungen erlangt. Nur mufs man ihn verstehen, und nicht nur verstehen, sondern in seinen Schriften auch so bewandert sein, dafs man eine vollkommene Übersicht über sie hat, dafs einem jedes seiner Worte stets vor der Seele schwebt. Denn er hat nicht für den grofsen Haufen geschrieben und sich nicht den Zwang angethan, seine Schlüsse nach elementarer Weise geordnet an den Fingern herzuzählen. Er bedient sich vielmehr bisweilen einer verworrenen Reihenfolge und bringt den Beweis einer Behauptung in einem Kapitel, das scheinbar von ganz etwas anderem handelt. Darum bedarf es jenes grofsen Einblicks in das Ganze; darum mufs man diese Stelle mit jener kombinieren, diesen Paragraphen mit jenem ganz entlegenen vergleichen. Es ist kein Zweifel, dafs, wer diese Kunst versteht, aus seinen Büchern die Beweise für alles Erkennbare schöpfen kann; denn in ihnen ist alles enthalten.

Erfordernisse, um auf die Weise des Aristoteles ein guter Philosoph zu sein.

Sagr. Aber, lieber Signore Simplicio, wenn Euch das Durchein-

anderwürfeln des Stoffes nicht verdrieſst und Ihr durch Vergleich und Kombination einzelner Splitterchen die Quintessenz zu erlangen vermeint, so will ich die Prozedur, die Ihr und Euere wackeren Kollegen mit dem Texte des Aristoteles vornehmt, mit den Versen Virgils oder Ovids anstellen, will einen Flicken daraus auf den anderen setzen und damit alle menschlichen Angelegenheiten und Geheimnisse der Natur erklären. Doch wozu brauche ich Virgil oder einen anderen Dichter? Ich besitze ein weit kürzeres Büchlein als den Aristoteles und den Ovid, worin alle Wissenschaften enthalten sind und wovon man mit geringster Mühe die vollkommenste Übersicht erlangen kann; es ist das Alphabet.[3]) Kein Zweifel, durch richtige Anordnung und Verbindung dieses und jenes Vokals mit dem und jenem Konsonanten kann man die zuverlässigste Auskunft über jeden Zweifel erhalten, kann die Lehren aller Wissenschaften, die Regeln aller Künste gewinnen: gerade wie der Maler bloſs verschiedene Farben mischt, die getrennt auf der Palette liegen, von dieser ein bischen und von jener ein wenig, und daraus Menschen, Pflanzen, Bauten, Vögel, Fische bildet, kurz alles Sichtbare nachahmt, ohne daſs er auf seiner Palette Augen, Federn, Schuppen, Blätter oder Steine hätte. Ja es darf sogar keines der nachzuahmenden Dinge, noch auch Teile eines solchen sich wirklich bei den Farben befinden, wenn man damit alles soll darstellen können. Wären z. B. Federn dabei, so könnte man sie nur gebrauchen, um Vögel oder Federbüsche abzumalen.

Sinnreiches Mittel, um Philosophie aus jedem Buche zu erlernen.

Salv. Ich kenne einige Edelleute, noch heute frisch und gesund, welche zugegen waren, wie ein Doktor an einer berühmten Hochschule, als er das von ihm noch nicht gesehene Fernrohr beschreiben hörte, sagte, die Erfindung sei dem Aristoteles entnommen. Als er sich einen Text hatte bringen lassen, suchte er eine gewisse Stelle auf, wo die Gründe abgehandelt werden, infolge deren vom Boden eines sehr tiefen Brunnens die Sterne bei Tag am Himmel gesehen werden können. Er sagte zu den Umstehenden: Hier habt Ihr den Brunnen, er ist das Rohr; hier die dichten Dämpfe, ihnen ist die Erfindung der Linsen nachgebildet; hier habt Ihr endlich die Verstärkung der Sehkraft beim Durchgang der Strahlen durch ein dichteres, dunkeles und durchsichtiges Mittel.[4])

Erfindung des Fernrohrs dem Aristoteles entnommen.

Sagr. Diese Manier, alles Erkennbare zu umfassen, ist ähnlich der, wonach ein Marmorblock eine oder tausend der herrlichsten Statuen enthält; die Schwierigkeit ist nur, sie ausfindig zu machen. Wir dürfen auch sagen, es gehe damit wie mit den Weissagungen Joachims[5]) oder den Orakelsprüchen der Alten, die man erst nach dem Ausgang der vorhergesagten Dinge versteht.

Salv. Denkt Ihr nicht auch an die Voraussagungen der Astrologen, die aus dem Horoskop, d. h. aus der Stellung der Gestirne, nachträglich so klar herauszulesen sind?[6])

Sagr. Ebenso steht es mit der Entdeckung der Alchymisten[7]), die geleitet von dem *humor melancholicus*, finden, dafs in Wahrheit alle die erhabensten Geister der Menschheit, über nichts geschrieben haben, als über die Kunst, Gold zu machen. Um nun aber diese zu lehren, ohne sie allem Volke zu verraten, habe einer diese, der andere jene Weise ausgeheckt, um unter mancherlei Einkleidung das Geheimnis anzudeuten. Nichts ist lustiger, als ihre Kommentare zu den alten Dichtern zu hören, in welchen sie die wichtigsten Mysterien, versteckt im Gewande der Fabeln, aufspüren: was die Liebeshändel der Mondgöttin bedeuten, ihr Herniedersteigen zur Erde um Endymions willen, ihr Zorn gegen Aktäon; wann Jupiter sich in einen Goldregen, wann in glühende Flammen verwandelt, welche tiefen Kunstgeheimnisse in jenem *Mercurius Interpres* stecken, in jenen Entführungen durch Pluto, in jenen goldenen Zweigen.

Alchymisten deuten in die Fabeln der Dichter das Geheimnis Gold zu machen hinein.

Simpl. Ich glaube und bin in manchen Fällen gewifs, dafs es nicht an recht wunderlichen Köpfen fehlt; aber deren Albernheiten dürfen nicht zu Ungunsten des Aristoteles ausgebeutet werden, von dem Ihr, wie mich dünkt, bisweilen mit zu wenig Achtung sprecht. Das blofse Alter und der grofse Ruf, den er sich nach dem Urteile so vieler ausgezeichneter Männer erworben hat, sollten genügen, um ihn achtungswert in den Augen aller Gelehrten erscheinen zu lassen.

Salv. So liegt die Sache nicht, Signore Simplicio. Gerade einige seiner gar zu engherzigen Anhänger sind schuld daran oder würden vielmehr schuld daran sein, dafs man ihn minder hoch schätzt, wenn wir ihren seichten Erörterungen beipflichten wollten. Ihr aber, sagt mir mit Vergunst, seid Ihr wirklich so einfältig, um nicht einzusehen, dafs, wenn Aristoteles zugegen gewesen wäre, wie er von dem Doktor zum Erfinder des Fernrohrs gemacht wurde, er weit mehr über diesen aufgebracht gewesen wäre, als über die, welche den Doktor und seine Auslegungsweise verlachten? Zweifelt Ihr etwa, dafs Aristoteles seine Meinung ändern und seine Bücher verbessern würde, wenn er von den neuen astronomischen Entdeckungen erführe; dafs er sich zu so sinnenfälligen Lehren bekennen und alle die kleinen Geister von sich verbannen würde, die engherzig genug es über sich gewinnen, jedes seiner Worte aufrecht zu erhalten, die nicht einsehen, dafs wenn Aristoteles so wäre, wie sie ihn sich vorstellen, er ein Dummkopf, ein Eigensinniger, eine Barbarenseele, voll tyrannischer Willkür wäre, der alle anderen als blödes Vieh betrachtet und den Kundgebungen seines

Manche Anhänger des Aristoteles vermindern sein Ansehen dadurch, dafs sie es allzusehr vergrofsern wollen.

Willens den Vorrang zuspricht vor der Sinneswahrnehmung, der Erfahrung, der Natur selber? Seine Anhänger haben dem Aristoteles die Autorität verliehen, nicht er hat sie sich angemafst oder genommen. Weil es leichter ist, unter dem Schilde eines anderen Schutz zu suchen, als offenen Antlitzes in die Schranken zu treten, fürchten sie und wagen nicht, einen Schritt von ihm sich zu entfernen. Ehe sie am Himmel des Aristoteles etwas ändern lassen, leugnen sie dreist, was sie am Himmel der Natur erblicken.

Komische Geschichte von einem Bildhauer.

Sagr. Leute solchen Schlags erinnern mich an jenen Bildhauer, der aus einem grofsen Marmorblock, ich weifs nicht, ob das Bild eines Herkules oder eines donnernden Jupiters geformt hatte. Mit wunderbarer Kunst hatte er ihm solches Leben, so grause Majestät zu verleihen gewufst, dafs jeden Beschauer Furcht anwandelte und schliefslich der Künstler selbst sich davor zu fürchten begann, wiewohl Ausdruck und Bewegung das Werk seiner Hände war. So grofs war sein Grauen, dafs er sich nicht erkühnt hätte, ihm fürder mit Hammer und Meifsel zu nahen.

Salv. Ich habe mich oft gewundert, wie es möglich ist, dafs die buchstabengläubigen Anhänger des Aristoteles nicht herausfühlen, welchen Abtrag sie dem Ansehen und dem Rufe desselben thun, und wie sie, bestrebt seine Autorität zu vergrösern, umgekehrt sie herabziehen. Denn wenn ich sie halsstarrig Sätze verteidigen sehe, die handgreiflich irrig sind, wenn sie mir einreden wollen, so zieme es sich für den wahren Philosophen und so würde Aristoteles selbst verfahren, dann komme ich von der Meinung zurück, dafs seine Schlüsse auf anderen mir weniger zugänglichen Gebieten ihre Richtigkeit haben. Sähe ich sie hingegen auf Grund offenbarer Wahrheiten nachgeben und ihre Meinung ändern, so würde ich glauben, dafs da, wo sie auf ihrer Meinung beharren, ihre mir unverständlichen oder unbekannten Beweise zuverlässig richtig seien.

Sagr. Oder wenn ihr eigener Ruf und der des Aristoteles in ihren Augen zu sehr gefährdet schiene, sobald sie zugestehen, er habe dieses oder jenes, von einem anderen gefundene Ergebnis nicht gekannt, thäten sie dann nicht besser, es dennoch in seinen Schriften ausfindig zu machen, durch Verbindung verschiedener Stellen, nach dem von Signore Simplicio angedeuteten Rezepte? Denn wenn alles Erkennbare sich in ihm findet, mufs auch wohl dieses darin enthalten sein.

Salv. Signore Sagredo, zieht dieses scharfsinnige Auskunftsmittel nicht ins Lächerliche, denn Ihr scheint mir Eueren Vorschlag im Scherze zu machen. Es ist aber noch nicht lange her, dafs ein Philo-

soph von bedeutendem Rufe ein Buch über die Seele verfafst hatte, worin er bei Wiedergabe der aristotelischen Ansicht über die Frage der Unsterblichkeit viele Citate aus ihm anführte — nicht die Citate Alexanders[8]), welche, wie er sagte, überhaupt diesen Gegenstand nicht behandelten, geschweige denn etwas damit Zusammenhängendes zur Entscheidung brächten — sondern andere von ihm an ganz verborgenen Stellen gefundene, die einen gefährlichen Beigeschmack hatten. Darauf aufmerksam gemacht, dafs er Schwierigkeiten haben werde, die Druckerlaubnis zu erlangen, schrieb er dem Freunde zurück, er möge deswegen nicht unterlassen, die Erledigung der Sache zu befürworten; denn wenn sonst nichts im Wege stünde, sei es ihm ein Leichtes, die Lehre des Aristoteles abzuändern und durch andere Erklärung und mittels anderer Stellen die entgegengesetzte Ansicht als dem Sinne des Aristoteles gemäfs nachzuweisen.

Gesinnungslose Handlungsweise eines peripatetischen Philosophen.

Sagr. Alle Achtung vor diesem Gelehrten! Er läfst sich von Aristoteles kein X für ein U machen, er führt ihn an der Nase herum und läfst ihn nach seiner Pfeife tanzen. Ihr seht, wieviel darauf ankommt, den günstigen Zeitpunkt abzupassen. Man mufs mit Herkules sich nicht einlassen, wenn er wütet und rast, sondern wenn er mit den mäonischen Mägden schwatzt.[9]) Oh der unerhörten Niederträchtigkeit knechtischer Geister! Freiwillig sich zum Sklaven zu machen, an fremde Willensmeinungen sich unauflöslich zu ketten, sich überzeugt und überführt nennen zu müssen durch Gründe, die so schlagend, so klar beweisend sind, dafs eben diese Leute nicht recht wissen, ob sie auch auf den Gegenstand sich beziehen und ob sie die betreffende Behauptung zu erhärten bestimmt sind! Das Tollste aber ist, dafs sie unter einander uneins sind, ob der Autor selbst für oder gegen die Behauptung Partei ergriffen habe. Heifst dies nicht einen Götzen von Holz zu seinem Orakel machen? Von ihm soll man Auskunft erwarten, ihn fürchten, ihn verehren, ihn anbeten?

Engherzigkeit mancher Anhänger des Aristoteles

Simpl. Wenn man sich aber von Aristoteles lossagt, wer soll Führer in der Wissenschaft sein? Nennt Ihr irgend welchen Autor!

Salv. Des Führers bedarf man in unbekannten wilden Ländern, in offener ebener Gegend brauchen nur Blinde einen Schutz. Wer zu diesen gehört, bleibe besser daheim. Wer aber Augen hat, körperliche und geistige, der nehme diese zum Führer! Darum sage ich nicht, dafs man Aristoteles nicht hören soll, ja ich lobe es, ihn einzusehen und ihn fleifsig zu studieren. Ich tadele nur, wenn man auf Gnade oder Ungnade sich ihm ergiebt, derart, dafs man blindlings jedes seiner Worte unterschreibt, und ohne nach anderen Gründen zu forschen, diese als ein unumstöfsliches Machtgebot anerkennen soll.

Die zu weit getriebene Hingabe an Aristoteles ist tadelnswert.

Es ist das ein Mifsbrauch, der ein anderes schweres Übel im Gefolge hat: man bemüht sich nicht mehr, sich von der Strenge seiner Beweise zu überzeugen. Was kann es Schmählicheres geben als zu sehen, wie bei öffentlichen Disputationen, wo es sich um beweisbare Behauptungen handelt, urplötzlich jemand ein Citat vorbringt, das gar oft auf einen ganz anderen Gegenstand sich bezieht und mit diesem dem Gegner den Mund verstopft? Wenn Ihr aber durchaus fortfahren wollt, auf diese Weise zu studieren, nennt Euch fernerhin nicht Philosophen, nennt Euch Historiker oder Doktoren der Auswendiglernerei; denn wer niemals philosophiert, der darf den Ehrentitel eines Philosophen nicht beanspruchen. — Doch wir thun gut dem Ufer wieder zuzusteuern, um nicht in ein unendliches Meer zu geraten, aus dem wir den ganzen heutigen Tag über nicht wieder herausfänden. Darum, Signore Simplicio, bringt uns Euere Beweise oder des Aristoteles Gründe und Beweise, nicht aber Citate und blofse Autoritäten; denn unsere Untersuchungen haben die Welt der Sinne zum Gegenstand, nicht eine Welt von Papier. Da nun bei unserer gestrigen Untersuchung die Erde der Finsternis entrückt und an den weiten Himmel versetzt worden ist, indem wir zeigten, ihre Zugehörigkeit zu den sogenannten Himmelskörpern sei doch nicht eine dermafsen widerlegte und überwundene Ansicht, dafs sie nicht noch einigermafsen lebensfähig wäre, so müssen wir jetzt prüfen, was es für sich hat, sie für feststehend und völlig unbewegt zu halten — ich meine den Erdball im ganzen — und welche Wahrscheinlichkeitsgründe andererseits für ihre Beweglichkeit und für die oder jene bestimmte Art der Bewegung sprechen. Da ich in dieser Frage schwankend bin, Signore Simplicio aber mit Aristoteles entschieden für die Unbewegtheit eintritt, so mag er Schritt für Schritt die Beweggründe für seine Meinung beibringen, ich die Einwände und die Gründe für den entgegengesetzten Standpunkt, und Signore Sagredo mag uns seine Empfindungen zu wissen thun und uns sagen, auf welche Seite er sich hingezogen fühlt.

Wer niemals philosophiert, darf sich nicht den Titel eines Philosophen anmafsen.

Die Welt der Sinne.

Sagr. Ich bin völlig einverstanden, unter der Bedingung jedoch, dafs es auch mir unbenommen bleibt, geeigneten Orts vorzubringen, was der gesunde Menschenverstand mir eingiebt.

Salv. Ich möchte Euch sogar dringend darum gebeten haben: denn von den naheliegenderen, gewissermafsen gröberen Betrachtungen sind seitens der Schriftsteller wenige aufser Acht gelassen worden, so dafs nur die schwierigsten und verborgensten möglicherweise zu vermissen sind und fehlen. Und wo fände sich ein feinerer Kopf, um diese aufzuspüren, als der des scharf- und weitblickenden Signore Sagredo?

Sagr. Meinetwegen will ich alles sein, wofür Signore Salviati mich ausgiebt, nur wollen wir um Himmels willen nicht auf diese Weise durch Höflichkeiten abermals von unserem Gegenstande abkommen. Jetzt bin ich Philosoph, bin im Hörsaal der Wissenschaft und nicht auf dem Markte beim Stimmenfang.

Salv. Beginnen wir also unsere Betrachtung mit der Erwägung, dafs, welche Bewegung auch der Erde zugeschrieben werden mag, dennoch wir, als deren Bewohner und somit als Teilnehmer an ihrer Bewegung, von dieser unmöglich etwas merken können, ganz als ob sie nicht stattfände, vorausgesetzt, dafs wir nur irdische Dinge in Betracht ziehen. Demgegenüber ist es freilich ebenso notwendig, dafs scheinbar diese nämliche Bewegung ganz allgemein allen anderen Körpern und sichtbaren Gegenständen zukommt, die, von der Erde getrennt, deren Bewegung nicht mitmachen. Die richtige Methode, um zu erforschen, ob man der Erde eine Bewegung zuschreiben kann und welche, besteht also darin, dafs man untersucht und beobachtet, ob sich an den Körpern aufserhalb der Erde eine scheinbare Bewegung wahrnehmen läfst, die gleichermafsen ihnen allen zukommt. Denn eine Bewegung, die beispielshalber nur am Monde wahrnehmbar ist, hingegen mit Venus oder Jupiter oder anderen Sternen nichts zu thun hat, kann unmöglich der Erde eigentümlich sein, noch sonst wo ihren Sitz haben als im Monde. Nun giebt es eine solche ganz allgemeine, alle anderen beherrschende Bewegung, nämlich die, welche Sonne, Mond, die anderen Planeten, die Fixsterne, kurz das gesamte Weltall mit alleiniger Ausnahme der Erde insgesamt von Ost nach West innerhalb eines Zeitraums von vierundzwanzig Stunden auszuführen scheinen. Diese nun, soweit es wenigstens beim ersten Blick den Anschein hat, könnte ebenso gut eine Bewegung der Erde allein sein, wie der ganzen übrigen Welt mit Ausnahme der Erde. Denn bei der einen Annahme wie bei der anderen würden sich dieselben Erscheinungen ergeben. Daher kommt es, dafs Aristoteles und Ptolemäus, die diese Erwägung sehr wohl verstanden, gegen keine andere Bewegungsart Gründe ins Feld führen als gegen diese tägliche. Nur an einer Stelle bringt Aristoteles noch eine Art Einwand gegen eine andere Bewegungsart, die ihr von einem Alten beigelegt wurde, worüber wir an geeigneter Stelle sprechen werden.[10])

Die Bewegungen der Erde sind für ihre Bewohner nicht wahrnehmbar.

Die Erde kann keine anderen Bewegungen besitzen als solche, welche scheinbar dem übrigen Weltall mit Ausnahme der Erde zukommen.

Die tägliche Bewegung ist scheinbar eine dem ganzen Weltall durchaus gemeinsame Bewegung abgesehen von der Erde.

Aristoteles und Ptolemäus polemisieren gegen die der Erde zugeschriebene tägliche Bewegung.

Sagr. Ich verstehe sehr wohl, dafs Euere Erwägung strenge richtig ist. Es stöfst mir aber ein Bedenken auf, das ich nicht loswerden kann. Da nämlich Kopernikus doch aufser der täglichen Bewegung der Erde ihr noch eine weitere zuschreibt, so müfste uns diese nach dem eben erörterten Grundsatze zwar an der Erde an-

scheinend unmerkbar sein, aber an dem ganzen übrigen Weltall sichtbar werden. Ich gelange daher zu dem Schlusse: entweder er hat offenbar geirrt, wenn er der Erde eine Bewegung zuerteilt, zu der kein Gegenstück am gesamten Himmelsgewölbe zum Vorschein kommt, oder ein solches Gegenstück ist vorhanden, dann läfst Ptolemäus sich einen zweiten Fehler zu schulden kommen, weil er diese Bewegung nicht ebenso mit Gründen widerlegt, wie er jene widerlegt hat.

Salv. Euer Bedenken ist sehr gerechtfertigt. Wenn wir von der anderen Bewegungsart handeln werden, sollt Ihr sehen, wie hoch Kopernikus an durchdringendem Scharfsinn über Ptolemäus steht, indem er gesehen hat, was dieser nicht sah, nämlich wie wunderbar sich jene zweite Bewegung in der Gesamtheit der übrigen Himmelskörper wiederspiegelt. Einstweilen aber wollen wir diesen Teil aufschieben und zu unserer ersten Betrachtung zurückkehren. Ich will vom Allgemeinsten ausgehend die Gründe vortragen, welche zu Gunsten der Bewegung der Erde zu sprechen scheinen, um sodann von Signore Simplicio die Gegengründe zu vernehmen. Erstlich also: wenn wir blofs den ungeheueren Umfang der Sternensphäre betrachten im Vergleich zu der Kleinheit des Erdballs, welcher in jener viele Millionen Mal enthalten ist, und sodann an die Geschwindigkeit der Bewegung denken, infolge deren in einem Tage und einer Nacht eine ganze Umdrehung vollzogen wird, so kann ich mir nicht einreden, wie es jemand für vernünftiger und glaublicher halten kann, dafs die Himmelssphäre es sei, die sich dreht, der Erdball hingegen fest bleibt.

Warum die tägliche Bewegung wahrscheinlicher der Erde allein als dem übrigen Weltall zukommt.

Sagr. Wenn sämtliche Naturerscheinungen, die von diesen Bewegungen abhängig sind, genau ebenso gut aus der einen Annahme wie aus der anderen sich erklären lassen, so möchte ich nach dem ersten allgemeinen Eindruck die Ansicht, welche das ganze Weltall sich bewegen läfst, um die Festigkeit der Erde aufrecht zu erhalten, für noch unvernünftiger halten, als wenn jemand auf die Spitze Euerer Kuppel stiege[11]), blofs zu dem Zwecke, um eine Aussicht auf die Stadt und ihre Umgebung zu haben, und nun verlangte, dafs man die ganze Gegend sich um ihn drehen lasse, damit er nicht die Mühe hätte, den Kopf zu wenden. Es müfsten jedenfalls viele grofse Vorzüge mit dieser Annahme verbunden sein, welche jener abgehen, damit eine solche Absurdität in meinen Augen ausgeglichen und aufgewogen würde, und sie mir glaublicher vorkäme als die entgegengesetzte Ansicht. Aber Aristoteles, Ptolemäus und Signore Simplicio müssen doch wohl ihren Vorteil dabei finden und es wird gut sein, dafs auch wir diese Vorzüge hören, wenn solche vorhanden sind, oder dafs man mir erklärt, warum sie nicht vorhanden sind und nicht vorhanden sein können.

Salv. Wie ich trotz alles Nachdenkens keinerlei Verschiedenheit habe finden können, so glaube ich sogar gefunden zu haben, dafs eine solche Verschiedenheit unmöglich vorhanden sein kann.[12]) Nach meiner Ansicht ist es daher vergeblich, fernerhin darnach zu suchen; merkt also auf. Die Bewegung ist nur insofern Bewegung und wirkt als solche, als sie in Bezug steht zu Dingen, die ihrer ermangeln. Unter Dingen aber, die alle gleichmäfsig von ihr ergriffen sind, ist sie wirkungslos, so gut als ob sie nicht stattfände. Die Waren, mit welchen ein Schiff beladen ist, bewegen sich insofern, als sie von Venedig abgehen und über Korfu, Kandia, Cypern nach Aleppo gelangen; denn Venedig, Korfu, Kandia u. s. w. bleiben und bewegen sich nicht mit dem Schiffe. Hingegen ist für die Warenballen, Kisten und sonstigen Gepäckstücke, die als Ladung oder Ballast auf dem Schiffe sind, bezüglich des Schiffes selbst die Bewegung von Venedig nach Syrien so gut wie nicht vorhanden, ihre gegenseitige Lage ändert sich in keiner Weise; und zwar rührt dies daher, dafs die Bewegung eine gemeinschaftliche ist, an welcher sich alles beteiligt. Wenn von den im Schiffe befindlichen Waren ein Ballen nur einen Zoll von einer Kiste sich entfernt, so wird dies für ihn eine gröfsere Bewegung in Bezug auf die Kiste sein, als die Reise von zweitausend Miglien, die sie in Gemeinschaft zurücklegen.

Für Dinge, die gleichmäfsig von einer Bewegung ergriffen sind, ist diese so gut wie nicht vorhanden und übt nur eine Wirkung bezüglich der Dinge, die sich nicht an ihr beteiligen.

Simpl. Diese Lehre ist richtig, wohl begründet und durchaus peripatetisch.

Salv. Ich halte sie für älter und vermute, dafs Aristoteles, als er sie von irgend welcher guten Schule übernahm, sie nicht völlig verstand, sie darum in veränderter Form niederschrieb und so die Ursache einer verworrenen Auffassung geworden ist unter Beihilfe derer, die jedes seiner Worte aufrecht erhalten wollen. Wenn er schreibt, dafs alles, was sich bewegt, sich auf etwas Unbewegtem bewege[13]), so vermute ich, dafs dies mifsverständlich gesagt ist statt: alles, was sich bewegt, bewegt sich in Bezug auf etwas Unbewegtes. Diese Behauptung hat nicht die geringste Schwierigkeit, die andere ihrer viele.

Lehrsatz des Aristoteles, den er seinen Vorgängern entnommen, aber abgeändert hat.

Sagr. Ich bitte Euch, lafst uns nicht den Faden verlieren und setzt die begonnene Untersuchung fort.

Salv. Da also offenbar die Bewegung, welche vielen beweglichen Körpern gemeinsam zukommt, wirkungslos und in Bezug auf die relative Lage derselben gegen einander so gut wie nicht vorhanden ist — es ändert sich ja nichts unter ihnen — und da sie blofs auf die relative Lage zu solchen Körpern wirkt, die sich an der Bewegung nicht beteiligen — hier nämlich ändert sich das gegenseitige Ver-

Erster Beweis, dafs die rag-

liche Bewegung der Erde zukommt.

hältnis — da wir ferner das Weltall in zwei Teile zerlegt haben, deren einer unbedingt beweglich, der andere unbeweglich sein mufs, so kommt es für alle Folgen dieser Bewegung auf dasselbe hinaus, ob man die Erde allein sich bewegen läfst oder das ganze übrige Weltall. Denn die Wirkung einer solchen Bewegung besteht in nichts anderem als in der gegenseitigen Lage, in welche die Erde und die Himmelskörper geraten, und aufser dieser gegenseitigen Lage ändert sich nichts. Wenn es nun zur Erzielung genau derselben Folgen gleichgültig ist, ob die Erde allein sich bewegt und das ganze übrige Weltall ruht oder die Erde ruht und das ganze Weltall in gemeinsamer Bewegung begriffen ist: wer möchte dann glauben, die Natur

Die Natur bietet nicht viele Mittel auf, wo sie mit wenigen auskommt.

— welche doch nach allgemeiner Ansicht nicht viele Mittel aufbietet, wo sie mit wenigen auskommen kann — habe es vorgezogen, eine unermefsliche Zahl gewaltigster Körper sich bewegen zu lassen und zwar mit unglaublicher Geschwindigkeit, um zu bewirken, was durch die mäfsige Bewegung eines einzigen um seinen eigenen Mittelpunkt sich erreichen liefse?

Simpl. Ich begreife nicht recht, dafs jene mächtige Bewegung für die Sonne, den Mond, die anderen Planeten und die unzählbare Schar der Fixsterne so gut wie nicht vorhanden sein soll. Nennt Ihr denn das nichts, wenn die Sonne aus einem Meridian in einen anderen

Aus der täglichen Bewegung entspringt keinerlei Veränderung der Himmelskörper unter einander, alle Veränderungen beziehen sich auf die Erde.

tritt, über diesen Horizont emporsteigt, unter jenen hinabsinkt, bald Tag bringt, bald Nacht, wenn der Mond ähnliche Änderungen durchmacht und desgleichen die anderen Planeten sowie die Fixsterne?

Salv. Alle von Euch aufgezählten Veränderungen sind solche nur in Bezug auf die Erde. Um Euch davon zu überzeugen, denkt Euch nur die Erde weg; es giebt dann keinen Auf- noch Untergang der Sonne oder des Mondes, keine Horizonte, keine Meridiane, keinen Tag, keine Nacht: kurz, durch besagte Bewegung wird keinerlei Veränderung in dem Verhältnis des Mondes zur Sonne oder irgend welchen anderen Gestirnen hervorgerufen, seien es Planeten oder Fixsterne. Alle Veränderungen haben vielmehr Bezug auf die Erde, sie kommen im Grunde nur darauf hinaus, dafs die Sonne erst für China, dann für Persien, nachher für Ägypten, Griechenland, Frankreich, Spanien, Amerika u. s. w. sichtbar wird und dafs ein gleiches mit dem Monde und den übrigen Himmelskörpern geschieht. Es spielt sich genau derselbe Vorgang in ganz derselben Weise ab, wenn man, ohne einen so grofsen Teil des Weltalls zu behelligen, den Erdball sich um

Zweite Bestätigung der täglichen Bewegung der Erde.

sich selber drehen läfst. — Die Schwierigkeit verdoppelt sich aber, insofern eine zweite sehr bedeutende hinzutritt. Wenn man nämlich jene gewaltige Bewegung dem Himmel beilegt, mufs man notwendiger-

weise diese als entgegengesetzt den besonderen Bewegungen der sämtlichen Planetensphären ansehen, die alle unstreitig ihre eigene Bewegung von Westen nach Osten haben und zwar eine sehr gemächliche und gemäfsigte. Man wird dann zur Annahme genötigt, dafs sie von jener reifsend schnellen täglichen Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung fortgerissen werden, nämlich von Ost nach West. Läfst man hingegen die Erde sich um sich selber bewegen, so fällt der Gegensatz der Bewegungen hinweg und die blofse Bewegung von West nach Ost schmiegt sich allen Thatsachen an, erklärt sie alle aufs befriedigendste.

Einen Gegensatz zwischen kreisförmigen Bewegungen giebt es nicht nach Aristoteles.

Simpl. Was den Gegensatz der Bewegungen betrifft, so würde das wenig zu bedeuten haben. Denn Aristoteles beweist, dafs Kreisbewegungen nicht einander entgegengesetzt sind, und dafs der scheinbare Gegensatz bei ihnen nicht wirklich so genannt werden darf.[14])

Salv. Beweist das Aristoteles oder behauptet er es nur, weil es ihm für einen gewissen Zweck pafst? Wenn nach seiner eigenen Versicherung dasjenige einander entgegengesetzt ist, was sich wechselseitig zerstört, so läfst sich nicht absehen, weswegen zwei bewegte Körper, die auf einer Kreislinie einander begegnen, einander weniger zu leide thun sollen, als wenn sie auf einer geraden Linie einander begegneten.

Sagr. Bitte, haltet einen Augenblick ein. Sagt mir, Signore Simplicio, wenn zwei Ritter auf offenem Felde mit eingelegter Lanze aufeinander losrennen, wenn zwei ganze Geschwader oder zwei Flotten zur See einander berennen, durchbohren und versenken, würdet Ihr solche Zusammenstöfse als entgegengesetzte Bewegungen bezeichnen?

Simpl. Wir nennen sie allerdings entgegengesetzt.

Sagr. Wieso gäbe es also keinen Gegensatz bei Kreisbewegungen? Da die genannten Bewegungen auf der Erd- oder Wasseroberfläche stattfinden, die bekanntlich beide kugelförmig sind, so stellen sie sich als kreisförmig heraus. Wifst Ihr, Signore Simplicio, welche Kreisbewegungen nicht einander entgegengesetzt sind? Die zweier Kreise, welche einander von aufsen berühren und von denen die Umdrehung des einen von selbst die des anderen in umgekehrtem Sinne bewirkt. Ist aber ein Kreis im Innern des andern, so müssen nach verschiedenen Seiten gerichtete Bewegungen auch einander entgegengesetzt sein.

Salv. Entgegengesetzt übrigens oder nicht entgegengesetzt, das ist ein Wortstreit. Ich weifs nur, dafs in Wirklichkeit es viel einfacher und natürlicher ist, alles mit einer Bewegung abzumachen, als deren zweie einzuführen. Wollt Ihr sie nicht entgegengesetzt nennen, so heifst sie umgekehrt. Ich stelle auch die Einführung dieser

doppelten Bewegung nicht als etwas Unmögliches hin und behaupte keineswegs, daraus einen strengen Beweis für die Bewegung der Erde ableiten zu können, sondern nur eine erhöhte Wahrscheinlichkeit derselben. Die Unwahrscheinlichkeit verdreifacht sich durch völligen Umsturz derjenigen Ordnung, welche alle Himmelskörper beherrscht, bei denen die Kreisbewegung nicht zweifelhaft, sondern vollkommen sicher gestellt ist. Je gröfser nämlich in einem solchen Falle die Sphäre ist, um so längere Zeit nimmt der Umlauf in Anspruch, je kleiner, um so kürzere. Saturn, dessen Bahn an Gröfse die aller Planeten übertrifft, vollendet sie in dreifsig Jahren. Jupiter dreht sich in seinem kleineren Kreise in zwölf Jahren um, Mars in zweien, der Mond in seinem viel kleineren innerhalb eines Monats. Ebenso deutlich sehen wir bei den Mediceischen Gestirnen[15]) das dem Jupiter zunächst benachbarte seinen Umlauf in ganz kurzer Zeit, nämlich in etwa 42 Stunden abmachen, das folgende in etwa drei und ein halb Tagen, das dritte in sieben und das entfernteste in sechszehn Tagen. Diese durchgehends befolgte Regel wird nun bestehen bleiben, wenn man die 24-stündige Bewegung einer Drehung der Erde zuschreibt; will man aber die Erde unbewegt lassen, so mufs man zuerst von der ganz kurzen Regel des Mondes zu immer gröfseren übergehen, zu der zweijährigen des Mars, von da zu der zwölfjährigen Jupiters, von hier zu der 30-jährigen Saturns, nun aber plötzlich zu einer unvergleichlich viel gröfseren Sphäre, der man gleichwohl eine volle Umdrehung in 24 Stunden beilegen mufs. Dabei ist dies noch diejenige Annahme, welche die geringste Störung der sonst befolgten Ordnung herbeiführt. Denn wollte man von der Saturnsphäre zu der Fixsternsphäre übergehen und sie um soviel gröfser annehmen, als es ihrer aufserordentlich langsamen Umlaufszeit von vielen tausend Jahren[16]) entspricht, so müfste man mit noch viel unverhältnismäfsigerem Sprunge von dieser zu einer anderen noch gröfseren übergehen und sie mit einer 24-stündigen Umdrehungsperiode ausstatten. Nimmt man aber eine Bewegung der Erde an, so wird die Gesetzmäfsigkeit der Perioden aufs beste gewahrt; von der trägsten Sphäre des Saturn gelangt man zu den ganz unbeweglichen Fixsternen. Man entgeht damit auch einer vierten Schwierigkeit, die notwendigerweise zugegeben werden mufs, sobald man die Sternensphäre beweglich annimmt. Ich meine die gewaltige Ungleichheit bei den Bewegungen eben dieser Sterne, von welchen einige sich aufserordentlich schnell in ungeheueren Kreisen drehen müfsten, andere sehr langsam in ganz kleinen Kreisen, da sich die einen in gröfserer, die anderen in geringerer Entfernung vom Pole befinden. Dies ist ebenfalls ein Übelstand; denn einerseits sehen wir

Dritte Bestätigung derselben Ansicht.

Je gröfser die Sphären sind, um so länger dauert ihr Umlauf.

Umlaufszeiten der Mediceischen Gestirne

24-stündige Bewegung der höchsten Sphäre durchbricht die Ordnung in den Perioden der niederen.

Vierte Bestätigung. Gröfse Ungleichheit der Bewegungen bei den einzelnen Fixsternen, wenn ihre Sphäre sich bewegt.

alle diejenigen Sterne, deren Beweglichkeit unzweifelhaft feststeht, sich alle in gröfsten Kreisen drehen, andernteils scheint es wenig Zweck zu haben, Körper, welche sich kreisförmig bewegen sollen, in ungeheuere Entfernung vom Mittelpunkte zu setzen und sie dann in ganz kleinen Kreisen sich bewegen zu lassen. Und nicht nur die Gröfse der verschiedenen Kreise und somit auch die Geschwindigkeiten der Bewegungen sind bei diesen und jenen Fixsternen ganz verschieden, sondern auch dieselben Sterne ändern ihre Bahnen und ihre Geschwindigkeiten: darin besteht der fünfte Übelstand. Diejenigen nämlich, welche vor zweitausend Jahren im Äquator standen und folglich bei ihrer Bewegung gröfste Kreise beschrieben, müssen, weil sie heutzutage viele Grade von ihm entfernt sind, sich langsamer und in kleineren Kreisen bewegen. Nach nicht gar so langer Zeit wird es sogar geschehen, dafs einer von denen, die sich bisher stets bewegt haben, schliefslich mit dem Pole zusammenfällt und dann feststeht, nachher aber, nach einiger Zeit der Ruhe, wiederum anfängt sich zu bewegen. Die anderen Gestirne aber, die sich unzweifelhaft bewegen, haben alle, wie gesagt, als Bahn einen gröfsten Kreis und behalten diese unveränderlich bei. — Die Unwahrscheinlichkeit wird noch vermehrt — es mag dies als sechster Übelstand gelten — für denjenigen, der gründlich zu Werke geht, dadurch dafs man sich nicht vorstellen kann, welche Festigkeit jene ungeheuere Sphäre haben mufs, in deren Tiefen so viele Sterne dermafsen dauerhaft befestigt sind, dafs sie, ohne irgendwie ihre gegenseitige Lage zu ändern, trotz solcher Verschiedenheit der Bewegungen gleichmäfsig im Umschwung erhalten werden. Oder wenn der Himmel, nach der sehr viel wahrscheinlicheren Annahme, flüssig ist[17]), mithin jeder Stern für sich seine Bahn beschreibt: nach welchem Gesetze und aus welchem Grunde sollen ihre Bahnen derart geregelt sein, dafs sie von der Erde aus gesehen wie in einer einzigen Sphäre enthalten scheinen? Um dies zu erreichen, scheint es mir um ebenso viel leichter und bequemer, sie unbeweglich statt wandelnd zu machen, wie etwa die Pflastersteine auf dem Markte leichter in Ordnung bleiben als die Kinderscharen, die sich darauf herumtreiben. Schliefslich das siebente Bedenken: schreiben wir die tägliche Umdrehung der höchsten Himmelsregion zu, so hätte man dieser eine solche Gewalt und Kraft zu verleihen, dafs sie die unzählbare Menge der Fixsterne mit sich fortreifst, alles Körper von gewaltigstem Umfang und weit gröfser als die Erde, ferner alle Planetensphären, obgleich diese wie jene von Natur aus sich in entgegengesetzter Richtung bewegen.[18]) Aufserdem mufs man notwendig einräumen, dafs auch das Element des Feuers und der gröfsere Teil der Luft gleicherweise

Bewegungen der Fixsterne werden zu verschiedenen Zeiten schneller und langsamer, wenn die Sternensphäre sich bewegt.

Sechste Bestätigung.

Siebente Bestätigung.

fortgerissen werden: somit widersetzt sich einzig und allein der kleine Erdball hartnäckig und eigensinnig solcher Kraft: eine Annahme, die, wie mir scheint, viel gegen sich hat. Ich wüfste auch nicht zu erklären, weshalb die Erde, ein freischwebender, um ihren Mittelpunkt balancierender Körper, der von Natur ebensowenig zur Bewegung wie zur Ruhe neigt, der rings umgeben ist von einem flüssigen Mittel, nicht auch von der allgemeinen Umdrehung ergriffen werden sollte. Auf derartige Übelstände stofsen wir aber nicht, wenn wir die Erde sich bewegen lassen, einen so kleinen, unbeträchtlichen Körper im Vergleich zum gesamten Weltall, welcher eben darum diesem keinerlei Gewalt anzuthun vermag.

Die freischwebende, in einem flüssigen Mittel balancierende Erde scheint nicht fähig zum Widerstand gegen die Gewalt der täglichen Bewegung.

Sagr. In meinem Geiste beginnen sich so verworren mancherlei Gedanken zu regen, die durch die angestellten Untersuchungen mir erweckt worden sind. Soll ich mit Aufmerksamkeit dem weiteren Vortrag folgen können, so mufs ich versuchen, ob es mir glückt, sie besser zu ordnen und soviel Wertvolles daraus abzuscheiden, als daran ist, wenn anders etwas daran ist. Vielleicht wird es mir leichter durch Abfragen mich deutlich zu machen. Darum frage ich Euch, Signore Simplicio, erstlich ob nach Euerer Ansicht ein und demselben einfachen beweglichen Körper von Natur verschiedene Bewegungen zukommen können, oder ob ihm nur eine einzige eigentümliche und natürliche verliehen ist.

Ein einfacher beweglicher Körper hat nur eine natürliche Bewegung, alle anderen Bewegungen sind ihm mitgeteilt.

Simpl. Einem einfachen beweglichen Körper kann nicht mehr als eine einzige natürliche Bewegung zukommen, alle anderen nur zufällig und durch Übertragung. Wenn z. B. jemand im Schiffe umherspaziert, so ist die ihm eigentümliche Bewegung das Umherspazieren; diejenige hingegen, welche ihn in den Hafen führt, ist nur auf ihn übertragen. Durch sein Umhergehen wäre er niemals ans Ziel gelangt, hätte ihn nicht das Schiff durch seine Bewegung dahin geführt.

Sagr. Sagt mir zweitens: mufs notwendig die Bewegung, welche durch Übertragung einem Körper mitgeteilt wird, während er selbst eine von der mitgeteilten verschiedene Bewegung vollführt, an und für sich ihren Sitz in irgend welchem Subjekte haben oder kann sie auch ohne andere Unterlage in der Natur vorhanden sein?

Es giebt keine Bewegung ohne ein bewegliches Subjekt.

Simpl. Aristoteles giebt Euch auf alle diese Fragen Antwort. Er lehrt Euch: wie jedem Bewegten eine Bewegung entspricht, so jeder Bewegung ein Bewegtes; und demnach kann ohne Inhärenz an ihrem Subjekte eine Bewegung weder existieren noch auch nur vorgestellt werden.[19])

Sagr. Ich möchte Euch noch bitten, mir drittens zu sagen, ob nach Euerer Ansicht der Mond und die übrigen Planeten und Himmelskörper eine eigene Bewegung besitzen und welches sie ist.

Simpl. Sie besitzen eine solche und zwar diejenige, vermöge welcher sie den Tierkreis durchlaufen, der Mond in einem Monat, die Sonne in einem Jahre, Mars in zweien, die Sternensphäre in so und so viel tausend Jahren. Dieses sind ihre eigenen, natürlichen Bewegungen.

Sagr. Inwiefern aber kommt ihnen die Bewegung zu, vermöge deren ich die Fixsterne und vereint mit ihnen alle Planeten in 24 Stunden von Ost nach West gehen und wieder nach Osten zurückkehren sehe?

Simpl. Das ist eine auf sie übertragene Bewegung.

Sagr. Diese hat also ihren Sitz nicht in ihnen; und wenn sie nicht in ihnen ihren Sitz hat und doch nicht ohne ein Subjekt sein kann, dem sie anhaftet, mufs man sie zur eigenen natürlichen Bewegung einer weiteren Sphäre machen.

Simpl. Diese Rücksicht hat die Astronomen und Philosophen bewogen, eine andere oberste Sphäre ohne Sterne anzunehmen, welcher von Natur die tägliche Umdrehung eignet, das sogenannte *primum mobile*. Dieses reifst alle unteren Sphären mit sich, indem seine Bewegung auf diese sich mitteilt und überträgt.

Sagr. Wenn man aber ohne Einführung neuer unbekannter und so gewaltiger Sphären, ohne neue Übertragungen reifsend schneller Bewegungen, jeder Sphäre ihre alleinige einfache Bewegung läfst und nicht entgegengesetzte Bewegungen mischt, sondern sie alle in demselben Sinne vor sich gehen läfst, wie es notwendig der Fall sein mufs, da sie alle auf dasselbe Princip zurückgehen, und wenn alles dennoch vortrefflich geht und aufs schönste zusammenstimmt, warum diesen Standpunkt zurückweisen, diesen sonderbaren und mühevollen Annahmen hingegen beistimmen?

Simpl. Die Kunst ist nur, diese einfache und mühelose Methode zu finden.

Sagr. Ich glaube, sie ist fix und fertig. Lafst die Erde das *primum mobile* sein, d. h. lafst sie in 24 Stunden sich um sich selber drehen und zwar in derselben Richtung wie alle anderen Sphären. Ohne dafs dann eine Übertragung von Bewegung auf irgend welchen Planeten oder Fixstern stattfindet, werden alle in gewohnter Weise auf- und untergehen, kurz alle die bekannten Erscheinungen zeigen.

Simpl. Die Frage ist nur, wie die Erde zu bewegen ist, ohne dafs tausend Übelstände sich herausstellten.

Salv. Alle Übelstände werden der Reihe nach beseitigt werden, wie Ihr sie vorbringt. Das Bisherige enthält nur die ersten und allgemeinsten Beweggründe, vermöge deren es nicht so ganz und gar

unwahrscheinlich erscheint, wenn man die tägliche Umdrehung lieber der Erde als dem ganzen übrigen Weltall zuschreibt. Ich stelle diese nicht als unverbrüchliche Gesetze hin, sondern nur als Gründe, die manches für sich haben. Da ich recht wohl einsehe, dafs ein einziger Versuch oder ein strenger Beweis für das Gegenteil diese und hunderttausend andere Wahrscheinlichkeitsgründe völlig zu Schanden macht, so brauchen wir uns bei diesen nicht aufzuhalten, sondern können weitergehen und hören, was Signore Simplicio erwidert, ob er eine gröfsere Wahrscheinlichkeit und bessere Gründe für die gegenteilige Meinung anzuführen hat.

Ein einziger Versuch oder ein strenger Beweis macht alle Wahrscheinlichkeitsgründe zu nichte.

Simpl. Ich will zuerst eine allgemeine Bemerkung über diese Betrachtungen im ganzen machen, dann zu einigen Einzelheiten übergehen. Durchgehends stützt Ihr Euch, wie mir scheint, auf die gröfsere Einfachheit und Leichtigkeit, mit welcher die nämlichen Wirkungen sich vollziehen: Ihr meint, als Ursache sei die Bewegung der Erde allein ebenso ausreichend als die Bewegung des gesamten übrigen Weltalls mit Ausnahme der Erde: den thatsächlichen Vorgang haltet Ihr aber in jenem Falle für weit leichter als in diesem. Darauf erwidere ich: auch mir scheint es so, wenn ich an meine nicht nur endliche, sondern so ganz geringe Kraft denke. Für die Macht des Weltenlenkers aber, welche unendlich ist, ist es nicht minder leicht das Weltall zu bewegen als die Erde oder einen Strohhalm. Wenn aber seine Macht unendlich ist, warum soll sich nicht lieber ein gröfser als ein ganz kleiner Teil derselben offenbaren? Von diesem allgemeinen Gesichtspunkt scheint mir daher die Beweisführung nicht schlagend.

Eine unendliche Macht wird wahrscheinlich eher einen gröfsen als einen kleinen Teil ihrer selbst offenbaren.

Salv. Wenn ich irgendwie gesagt hätte, das Weltall bewege sich wegen Ohnmacht seines Lenkers nicht, so würde ich geirrt haben und Euere Rüge wäre angebracht. Ich gebe Euch zu, dafs einer unendlichen Macht es ebenso leicht ist, hunderttausend wie eins zu bewegen. Was ich sagte, bezieht sich aber nicht auf den, der bewegt, sondern auf das, was sich bewegt: und zwar nicht nur auf die ihm innewohnende Widerstandskraft, welche unzweifelhaft bei der Erde geringer sein mufs als beim übrigen Weltall, sondern auch auf die vielen anderen eben betrachteten Einzelheiten. Darauf, dafs es einer unendlichen Macht besser anstehe, einen grofsen Teil ihrer selbst zu offenbaren als einen kleinen, entgegne ich, dafs vom Unendlichen ein Teil nicht gröfser ist als ein anderer, wenn beide endlich sind.[20]) So ist es unstatthaft zu sagen, dafs hunderttausend ein gröfserer Teil einer unendlichen Zahl sei als zwei, wenn gleich jenes fünfzigtausendmal gröfser ist als dieses. Wenn es zur Bewegung des Weltalls einer

Vom Unendlichen giebt es nicht einen grofseren und einen kleineren Teil, wenn diese auch ungleich sind.

endlichen Kraft bedarf, mag sie auch noch so vielmal gröfser sein als die zur Bewegung der Erde allein erforderliche, so würde darum doch nicht der in Anspruch genommene Teil der unendlichen Kraft gröfser sein, und derjenige, welcher müfsig bliebe, würde nicht aufhören unendlich zu sein. Darum ist es ohne Einfluſs, ob für eine besondere Wirkung etwas mehr oder etwas weniger Kraft aufgewendet wird. Überdies hat die Ausübung solcher Macht nicht als Grenze und Ziel die bloſse tägliche Bewegung, sondern es giebt in der Welt andere Bewegungen genug, die uns bekannt sind, und viele andere uns unbekannte mag es aufserdem geben. Wenn wir also die bewegten Körper in Betracht ziehen und wenn wir unzweifelhaft die Bewegung der Erde als einen kürzeren und einfacheren Vorgang zu betrachten haben als die des Weltalls, wenn wir endlich unser Augenmerk auf so viele andere Vereinfachungen und Erleichterungen richten, die bloſs durch diese Annahme sich erreichen lassen, so muſs uns nach dem sehr richtigen Axiome des Aristoteles: *frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora*[21]) die tägliche Bewegung der Erde viel wahrscheinlicher vorkommen als die des Weltalls mit Ausnahme der Erde.

Simpl. Ihr habt beim Citieren des Axioms eine Klausel weggelassen, auf die alles ankommt, besonders im vorliegenden Falle, den Zusatz nämlich *aeque bene*. Es ist demnach zu prüfen, ob man allen Anforderungen ebenso gut durch die eine wie durch die andere Annahme genügen kann.

Salv. Ob die eine und die andere Annahme die Erscheinungen gleich gut erklärt, wird sich erst aus der speciellen Prüfung derjenigen Erscheinungen ergeben, welche zu erklären sind. Denn vorläufig haben wir *ex hypothesi* untersucht und wir werden ferner so untersuchen, indem wir voraussetzen, daſs zur Erklärung der Erscheinungen beide Standpunkte gleich geeignet sind. Die Partikel, die ich ausgelassen haben soll, habt Ihr vielmehr, wie ich fürchte, überflüssig hinzugesetzt. Das Ebensogut setzt eine Beziehung zwischen wenigstens zwei Gliedern voraus, da ein Ding nicht eine Beziehung zu sich selbst haben kann, wie es denn keinen Sinn hat etwa zu sagen, die Ruhe sei eben so gut wie die Ruhe. Wenn man also sagt: es ist zwecklos mehr Mittel anzuwenden, wo weniger ausreichen, so ist es selbstverständlich, daſs dasjenige, was geschehen soll, in beiden Fällen dasselbe, nicht etwas Verschiedenes ist. Da man nun nicht sagen kann, ein und dasselbe Ding sei ebenso gut wie es selbst, so ist demnach der Zusatz ebenso gut überflüssig und schlieſst eine Beziehung in sich, bei welcher nur ein Glied vorhanden ist.

Bei dem Axiom *Frustra fit per plura* etc. ist der Zusatz *aeque bene* überflüssig.

Sagr. Wenn es uns nicht wie gestern ergehen soll, laſst uns,

bitte, auf unseren Gegenstand zurückkommen. Signore Simplicio mag die Bedenken vorbringen, die nach seiner Ansicht dieser neuen Weltordnung entgegenstehen.

Simpl. Diese Weltordnung ist nicht neu, sondern uralt. Zum Beweise dafür mag dienen, dafs Aristoteles sie widerlegt und zwar auf folgende Weise.[22]) „Erstlich, wenn die Erde sich bewegte, sei es um „sich selbst, so dafs sie im Mittelpunkte des Weltalls steht, sei es „im Kreise, so dafs sie nicht im Mittelpunkte steht, so mufs notwendig eine solche Bewegung eine gewaltsame sein; denn es ist nicht „die der Erde natürliche Bewegung. Wäre es nämlich ihre natürliche „Bewegung, so würde sie auch jedem Teilchen derselben zukommen, „während doch diese sich sämtlich in gerader Linie nach dem Mittelpunkte hin bewegen. Da es sich also um eine gewaltsame und widernatürliche Bewegung handelt, kann sie nicht von ewiger Dauer sein; „die Weltordnung ist ewig: also u. s. w. Zweitens: alle anderen kreisförmig bewegten Körper bleiben offenbar zurück und haben mehr „als eine Bewegungsart, mit Ausnahme des *primum mobile*.[23]) Darum „müfste sich auch die Erde in doppelter Weise bewegen. Wäre dies „aber der Fall, so müfsten sich auch Veränderungen an den Fixsternen „zeigen, die nicht wahrzunehmen sind. Es gehen vielmehr dieselben „Sterne ohne jede Veränderung stets an derselben Stelle auf und unter. „Drittens: wie die Bewegung der Teile, so ist auch die des Ganzen „von Natur nach dem Mittelpunkte des Weltalls gerichtet, und darum hat denn auch die Erde in diesem ihren Ort." Er bringt dann die Streitfrage vor, ob die Bewegung der Teile von Natur nach dem Mittelpunkte des Weltalls oder nach dem der Erde gerichtet sei und kommt zum Schlusse, ihr eigentlicher Trieb gehe nach dem Mittelpunkte des Weltalls und nur zufällig auch nach dem Mittelpunkte der Erde, worüber wir gestern ausführlich gesprochen haben.[24]) Er bekräftigt schliefslich das Nämliche durch ein viertes Argument, das von dem Verhalten der schweren Körper hergenommen ist. Wenn diese von oben nach unten fallen, kommen sie lotrecht auf der Oberfläche der Erde an, und ebenso kehren lotrecht in die Höhe geworfene Körper auf dem nämlichen Wege lotrecht nach unten zurück, wären sie auch in unermefsliche Höhe geschleudert worden: alles unwiderlegliche Gründe, dafs ihre Bewegung nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtet ist, und dafs diese, ohne sich irgendwie zu bewegen, sie erwartet und empfängt. Er deutet dann zuletzt noch an, es seien von den Astronomen weitere Gründe vorgebracht worden[25]), die zur Unterstützung der gleichen Ansicht dienten, dafs die Erde im Mittelpunkte des Weltalls stehe und unbeweglich sei. Er führt einen einzigen an, dafs näm-

Aristotelische Gründe für das Stillstehen der Erde.

lich alle Erscheinungen, welche man bei den Bewegungen der Sterne wahrnimmt, mit der Lage der Erde im Mittelpunkte im Einklang stehen, was nicht der Fall wäre, wenn sie nicht dort stünde. Die übrigen von Ptolemäus und von anderen Astronomen vorgebrachten Gründe kann ich gleich jetzt anführen, wenn Ihr meint, oder später, nachdem Ihr auf die Gründe des Aristoteles das entgegnet habt, was Ihr zu sagen wünscht.

Salv. Die Argumente, welche man bei dieser Frage vorbringt, sind von zweierlei Art. Die einen beziehen sich auf irdische Vorgänge, ohne mit den Sternen irgend etwas zu thun zu haben, die anderen sind von den Erscheinungen und Beobachtungen am Himmel hergenommen. Die Gründe des Aristoteles sind meist den uns umgebenden Verhältnissen entnommen, er überläfst die anderen den Astronomen. Darum wird es zweckmäfsig sein, wenn es Euch recht ist, die von irdischen Erfahrungen hergenommenen zunächst zu prüfen, später werden wir zu der anderen Klasse übergehen. Da aber von Ptolemäus, Tycho[26]) und anderen Astronomen und Philosophen aufser den Gründen des Aristoteles, die sie übernommen, bestätigt und verstärkt haben, auch neue aufgestellt worden sind, so können wir diese sämtlich auf einmal in Erwägung ziehen, um nachher nicht zweimal Gleiches oder Ähnliches entgegnen zu müssen. Darum, Signore Simplicio, seid so gut und berichtet entweder selbst über diese, oder lafst mich Euch diese Mühe abnehmen, ich thue es gerne Euch zu liebe.

Zweierlei Arten von Gründen bei der Untersuchung, ob die Erde sich bewegt oder ruht.

Gründe von Ptolemäus, Tycho und anderen aufser denen des Aristoteles.

Simpl. Es wird besser sein, Ihr bringt sie vor. Da Ihr Euch eingehender damit beschäftigt habt, sind sie Euch wahrscheinlich geläufiger und in gröfserer Zahl bekannt.

Salv. Als der schlagendste Grund wird von allen der die schweren Körper betreffende betrachtet, insofern diese bei ihrem Falle von oben nach unten in einer geraden und lotrechten Linie auf der Erdoberfläche anlangen; ein scheinbar unwiderleglicher Beweis für die Unbeweglichkeit der Erde. Denn käme ihr die tägliche Umdrehung zu, so würde ein Turm, von dessen Spitze man einen Stein fallen läfst, durch die Erdrotation fortgeführt werden und demnach während der Zeit, die der Stein zum Fall gebraucht, viele Hunderte von Ellen nach Osten sich entfernt haben; um diese Strecke also müfste der Stein von dem Fufse des Turmes entfernt niederfallen. Als Bestätigung dessen führen sie einen weiteren Versuch an, nämlich das Fallen einer Bleikugel von der Spitze eines Schiffsmastes. Wenn das Schiff sich nicht bewegt, bringen sie ein Zeichen an der Stelle an, wo diese aufschlägt, und dies geschieht unmittelbar am Fufse des Mastes. Wenn man aber von derselben Stelle aus dieselbe Kugel während der Bewegung

Erstes Argument hergenommen von dem Verhalten der von oben nach unten fallenden schweren Körper.

Bestätigung desselben durch das Beispiel des von der Mastspitze des Schiffes fallenden Körpers.

des Schiffes fallen läfst, so wird die Stelle des Aufschlags um soviel von der früheren entfernt sein, als das Schiff während des Falles der Bleikugel vorwärts gefahren ist und zwar blofs aus dem Grunde, weil die natürliche Bewegung der sich selbst überlassenen Kugel in gerader Linie gegen den Mittelpunkt der Erde gerichtet ist. Dieses Argument gewinnt noch an Beweiskraft durch den Versuch mit einem sehr hoch nach oben geschleuderten Körper, etwa mit einer Kugel, die aus einem senkrecht auf den Horizont gerichteten Kanonenlaufe abgeschossen wird. Eine solche gebraucht zum Steigen und Fallen soviel Zeit, dafs in unserer Breite das Geschütz samt dem Beobachter viele Miglien mit der Erde nach Osten getragen würde und die niederfallende Kugel nimmermehr in der Nähe des Geschützes wieder anlangen könnte, sondern um soviel westlich, als die Erde sich inzwischen weiter bewegt hat. Man fügt noch einen dritten und sehr schlagenden Versuch hinzu, der in folgendem besteht: man schiefst mit einer Feldschlange eine Kugel ins blaue nach Osten ab, darauf mit gleicher Ladung und unter gleichem Elevationswinkel nach Westen; die westliche Schufsweite müfste dann aufserordentlich viel gröfser als die andere östliche sein. Wenn nämlich die Kugel nach Westen sich bewegt, das Geschütz aber, von der Erde getragen nach Osten, so müfste die Kugel in einer Entfernung vom Geschütz auf die Erde aufschlagen, die gleich der Summe der beiden Einzelbewegungen ist, nämlich der an und für sich nach Westen gerichteten Bewegung der Kugel und der nach Osten gerichteten des Geschützes, das von der Erde dahin getragen wird. Umgekehrt müfste von der Bahn der nach Osten geschossenen Kugel soviel in Abzug kommen, als das Geschütz in derselben Richtung zurückgelegt hat. Gesetzt z. B. die Schufsweite betrüge an sich fünf Miglien und die Erde legte in der betreffenden Breite während der Flugzeit drei Miglien zurück, so würde die nach Westen abgeschossene Kugel acht Miglien weit von dem Geschütze zur Erde niederfallen, nämlich ihre fünf eigenen nach Westen gerichteten Miglien, vermehrt um die drei nach Osten gerichteten des Geschützes. Der Schufs nach Osten hingegen würde nur eine Weite von zwei Miglien haben; denn soviel bleibt übrig, wenn man von den fünf Miglien des Schusses die drei abzieht, welche das Geschütz in derselben Richtung zurücklegt. Die Erfahrung lehrt aber, dafs die Schüsse gleich ausfallen, also steht das Geschütz fest und somit auch die Erde. Ebenso beweisend aber für die Unbewegtheit der Erde wie diese Schüsse sind auch die Schüsse nach Süden oder Norden: man würde nämlich niemals das Ziel treffen können, das man aufs Korn genommen, alle Schüsse müfsten westlich vorbeigehen, da ja die Scheibe von der Erde nach Osten ge-

Zweites Argument hergenommen von dem Verhalten eines hoch nach oben geschleuderten Körpers.

Drittes Argument hergenommen von den nach Ost und West gerichteten Kanonenschüssen.

Bestätigung des Argumentes mittels der nach Süd und Nord gerichteten Schüsse.

tragen worden ist, während die Kugel die Luft durchschneidet. Und nicht blofs die im Meridian abgegebenen, sondern selbst die östlich oder westlich gerichteten dürften nicht treffen, die östlichen müfsten vielmehr zu hoch, die westlichen zu tief gehen, sobald man wagrecht zielt. Denn da in beiden Fällen die Schüsse längs der Tangente erfolgen, d. h. in einer zum Horizont parallelen Linie und da bei der täglichen Bewegung, wenn sie der Erde zugeschrieben wird, der Horizont fortwährend nach Osten sich senkt und von Westen her sich hebt — eben darum scheinen uns ja die Sterne im Osten emporzusteigen, im Westen sich zu senken — so müfste also die Scheibe im Osten unter die Schufsrichtung hinabsinken und ein zu hoher Schufs wäre die Folge; ebenso müfste das Emporsteigen der Scheibe im Westen den westlich gerichteten Schufs zu niedrig ausfallen lassen. Man könnte somit niemals nach irgend welcher Richtung richtig zielen. Die Erfahrung steht dem aber entgegen und man mufs demnach zu dem Schlufs gelangen, die Erde sei unbeweglich.

Dasselbe bestätigt sich bei den Schüssen nach Ost und West.

Simpl. O, das sind doch Gründe, auf die unmöglich eine stichhaltige Entgegnung zu finden ist!

Salv. Sind sie Euch etwa neu?

Simpl. In der That, ja. Jetzt erst sehe ich, was für schöne Versuche die Natur liebenswürdig genug gewesen ist uns an die Hand zu geben, um die Erkenntnis der Wahrheit zu erleichtern. O wie schön eine Wahrheit mit der anderen übereinstimmt und alle sich vereinigen zu unüberwindlicher Stärke!

Sagr. Wie schade, dafs es zur Zeit des Aristoteles noch keine Kanonen gab! Er würde mit ihrer Hilfe die Unwissenheit zu Paaren getrieben und über die Verhältnisse des Weltalls seine Ansichten ohne jeden Vorbehalt geäufsert haben.

Salv. Es ist mir sehr lieb, dafs Euch diese Gründe neu sind, damit Ihr nicht wie die Mehrzahl der Peripatetiker der Meinung lebt, wenn man sich von der Lehre des Aristoteles lossagt, so geschehe dies aus Mangel an Kenntnis und Verständnis für seine Beweise. Aber Ihr werdet zuverlässig noch andere Neuigkeiten zu hören bekommen, Ihr werdet Beobachtungen, Versuche und Gründe zu hören bekommen, die von den Anhängern des neuen Systems gegen dieses selbe System gerichtet worden sind und die viel gröfsere Beweiskraft besitzen als die von Aristoteles, Ptolemäus und anderen Gegnern dieser Ansichten angeführten. Ihr werdet Euch also überzeugen können, dafs sie nicht aus Unwissenheit und Unkenntnis zu ihrer entgegengesetzten Ansicht gelangt sind.

Die Kopernikaner werden zu ihrer Ansicht nicht durch Unkenntnis der Gegengründe bewogen.

Sagr. Bei diesem Anlasse mufs ich Euch doch einige Erlebnisse

erzählen, die mir begegnet sind, seitdem ich zuerst von der neuen Ansicht habe sprechen hören. Ich war noch recht jung und hatte kaum den Kursus der Philosophie durchgemacht, welche ich nachher liegen liefs, um mich anderen Beschäftigungen zu widmen, da geschah es, dafs ein gewisser Nordländer aus Rostock, namens *Christian Wursteisen*, wenn ich nicht irre[27]), ein Anhänger der kopernikanischen Meinungen, in diese Gegend kam. Er hielt in einer Akademie zwei oder drei Vorlesungen über diesen Gegenstand unter grofsem Zulauf von Zuhörern, wahrscheinlich mehr wegen der Neuheit der Sache als aus sonst einem Grunde. Ich blieb jedoch weg, denn ich hatte die bestimmte Empfindung, dafs eine derartige Ansicht ein barer Unsinn sein müsse. Als ich nachher etliche fragte, die dabei gewesen waren, hörte ich sie alle darüber spotten mit Ausnahme eines einzigen, der mir sagte, die Sache sei ganz und gar nicht lächerlich. Da ich diesen nun für einen intelligenten und umsichtigen Menschen hielt, so that es mir leid, nicht hingegangen zu sein. Von der Zeit ab fing ich an, sobald ich auf einen Anhänger der kopernikanischen Ansicht stiefs, ihn zu fragen, ob er von jeher dieser Meinung gewesen sei. So viele ich aber auch fragte, ich habe keinen einzigen gefunden, der mir nicht gesagt hätte, er sei lange Zeit der entgegengesetzten Ansicht gewesen, sei aber zu dieser übergegangen, weil die für sie sprechenden Gründe ihn umgestimmt hätten. Ich habe dann jeden Einzelnen auf die Probe gestellt, um mich zu überzeugen, in welchem Grade er mit den Gründen der Gegenpartei vertraut sei, und habe bei allen gefunden, dafs diese ihnen völlig geläufig waren. Es konnte also nicht die Rede davon sein, dafs einer aus Unwissenheit oder Eitelkeit, oder um den Schöngeist zu spielen, wie man sagt, sich zu dieser Ansicht bekannt hätte. Umgekehrt aber, so viele der Peripatetiker und Ptolemäer ich gefragt habe — und ich habe deren aus Neugierde gar manche examiniert — inwieweit sie das Buch des Kopernikus studiert hätten, stets habe ich gefunden, dafs ganz wenige es flüchtig gesehen haben; keinen Einzigen aber, glaube ich, der es verstanden hätte. Auch habe ich zu ermitteln versucht, ob von den Anhängern der peripatetischen Lehre jemals einer die andere Meinung gehabt hätte, und wiederum war es bei keinem der Fall. Darum dachte ich bei mir: niemand verficht die Ansicht des Kopernikus, der nicht früher den entgegengesetzten Standpunkt vertreten hat und nicht sehr wohl unterrichtet war über die Gründe des Aristoteles und des Ptolemäus; auf der anderen Seite hat kein Anhänger von Ptolemäus und Aristoteles vormals die kopernikanische Ansicht geteilt und sich von ihr der aristotelischen zu liebe losgelöst. Als ich dies erwog, begann ich zu glauben

Christian Wursteisen hielt einige Vorlesungen über die kopernikanische Lehre; was der Erfolg derselben war.

Die Kopernikaner sind vorher der entgegengesetzten Ansicht gewesen, die Anhänger des Aristoteles und des Ptolemäus sind niemals vorher der entgegengesetzten Ansicht gewesen.

dafs, wer eine mit der Muttermilch eingesogene und von Unzähligen gebilligte Ansicht aufgiebt, um sich zu einer anderen zu bekennen, die nur ganz wenige Anhänger zählt, von allen Schulen geleugnet wird und in der That höchst paradox scheint, der mufs wahrlich von den triftigsten Gründen bewogen, um nicht zu sagen, gezwungen worden sein. Darum bin ich aufs höchste begierig geworden, dieser Sache auf den Grund zu kommen, wie man zu sagen pflegt, und schätze mich aufserordentlich glücklich, Euch beiden begegnet zu sein. Von Euch kann ich ohne jede Mühe alles hören, was über diesen Gegenstand gesagt worden ist und was sich vielleicht überhaupt darüber sagen läfst, ich habe die Gewifsheit, dem Zweifel mich entwinden und zur Klarheit durchdringen zu können.

Simpl. Wenn Euer Glauben und Hoffen nur keine Enttäuschung erfährt und Ihr schliefslich Euch in gröfserer Konfusion befindet als zuvor!

Sagr. Ich glaube zuversichtlich, das wird nicht geschehen können.

Simpl. Warum nicht? Ich kann mich selbst als Beweis anführen, denn je weiter wir gehen, um so konfuser werde ich.

Sagr. Das ist ein Zeichen, dafs die Gründe, welche Euch bisher triftig vorgekommen sind und welche Euch die Richtigkeit Euerer Ansicht zu beweisen schienen, allmählich ein anderes Ansehen vor Euerem Geiste annehmen und Euch sachte, wenn auch nicht zu der entgegengesetzten übergehen lassen, so doch ihr geneigt machen. Ich aber, der ich bisher unparteiisch war und noch bin, hoffe zuversichtlich zu einer befriedigenden und bestimmten Ansicht zu gelangen. Ihr selbst werdet das nicht in Abrede stellen, wenn Ihr anhören wollt, worauf sich meine Hoffnung gründet.

Simpl. Ich höre es gerne, und noch lieber wäre es mir, wenn sich bei mir dieselbe Wirkung einstellte.

Sagr. Habt also die Güte auf meine Fragen zu antworten. Erstlich sagt mir, Signore Simplicio, ist nicht das Problem, dessen Lösung wir suchen, folgendes: soll man mit Aristoteles und Ptolemäus annehmen, dafs die Erde allein unbewegt im Mittelpunkte des Weltalls steht, alle Himmelskörper hingegen sich bewegen, oder soll die Sternensphäre stille stehen, in ihrer Mitte die Sonne sich befinden, die Erde aber dem Mittelpunkte ferne sein und diejenigen Bewegungen ausführen, welche scheinbar der Sonne und den Fixsternen zukommen?

Simpl. Das ist die Frage, um die es sich handelt.

Sagr. Sind diese beiden Behauptungen nicht derart, dafs die Richtigkeit der einen die Unrichtigkeit der anderen bedingt?

Simpl. So ist es. Wir stehen vor einem Dilemma; von den

beiden Sätzen mufs der eine notwendig richtig, der andere falsch sein. Denn Ruhe und Bewegung sind kontradiktorische Gegensätze, neben denen es nichts Drittes giebt, so dafs man nicht etwa sagen kann: die Erde bewegt sich nicht und steht auch nicht stille; die Sonne und die Sterne bewegen sich nicht und stehen auch nicht stille.

Sagr. Erde, Sonne und Sterne, was spielen sie für eine Rolle in der Natur? eine unbedeutende oder eine wichtige?

Simpl. Es sind die bedeutendsten, vornehmsten Körper, wesentliche Bestandteile des Weltalls, von gewaltigstem Umfange, von höchster Wichtigkeit.

Sagr. Und was für Eigenschaften sind Bewegung und Ruhe?

Simpl. So wichtige und wesentliche, dafs man mittels derselben die Natur sogar definiert.[2])

Bewegung und Ruhe wichtigste Eigenschaften in der Natur.

Sagr. Immerwährende Bewegung und völlige Unbewegtheit sind also in der Natur zwei höchst bedeutende Attribute, die für eine durchgreifende Verschiedenheit Zeugnis ablegen, namentlich wenn sie den hauptsächlichsten Körpern des Weltalls zugeschrieben werden; es müssen daher ganz verschiedenartige Folgen aus ihnen sich ergeben.

Simpl. Gewifs, so ist es.

Sagr. Antwortet mir nun auf einen anderen Punkt. Glaubt Ihr, dafs es in der Dialektik, Rhetorik, Physik, Metaphysik, Mathematik und überhaupt in der gesamten Wissenschaft Beweisgründe giebt, die ebenso das Falsche wie das Wahre plausibel machen und erweisen könnten?

Simpl. O nein, im Gegenteil habe ich die feste Überzeugung, dafs zur Erhärtung einer wahren und notwendigen Behauptung die Natur nicht blofs einen, sondern zahlreiche vortreffliche Beweise an die Hand giebt, dafs man aus einer solchen Schlüsse ziehen und sie in tausend und aber tausend Fällen verwerten darf, ohne je auf einen Widerspruch zu stofsen, dafs, je mehr ein Sophist sie umnebeln möchte, um so klarer stets ihre Gewifsheit zu Tage tritt, dafs aber umgekehrt, wer einer falschen Behauptung den Schein von Wahrheit zu verleihen und sie anderen einreden möchte, höchstens Trugschlüsse, Sophismen, Paralogismen, Zweideutigkeiten, verfehlte Räsonnements vorbringen kann, die ohne Folgerichtigkeit und voll unvereinbarer Widersprüche sind.

Das Falsche ist nicht ebenso beweisbar wie das Richtige.

Zum Beweise richtiger Behauptungen lassen sich viele zwingende Gründe angeben, nicht so zum Beweise falscher Behauptungen.

Sagr. Wenn nun die Attribute der immerwährenden Bewegung und der immerwährenden Ruhe eine so wichtige Rolle in der Natur spielen, und wenn sie unter einander dermafsen verschieden sind, dafs die verschiedenartigsten Folgen aus ihnen sich ergeben müssen, namentlich in Anwendung auf die Sonne und die Erde, so gewaltige und ausgezeichnete Körper des Weltalls, wenn ferner unausbleiblich

die eine der beiden kontradiktorischen Behauptungen wahr, die andere falsch sein mufs, und wenn man endlich zum Beweise der falschen nur Trugschlüsse vorführen kann, die richtige hingegen durch jedwede Art von Schlüssen und Beweisen sich erhärten läfst: wie sollte dann derjenige von Euch beiden, der die Verteidigung der wahren Behauptung unternommen, mich nicht überzeugen können? Ich müfste doch einen stumpfen Sinn haben, ein schiefes Urteil, blöden Geist und Verstand, müfste mit Blindheit geschlagen sein, wenn ich das Licht nicht von der Finsternis, Edelsteine nicht von Schlacken, Wahrheit nicht von Irrtum sollte unterscheiden können!

Simpl. Ich habe Euch schon einmal gesagt und wiederhole es, dafs der gröfste Meister, der uns die Sophismen, Paralogismen und andere Scheinbeweise kennen gelehrt hat, Aristoteles war, der auf diesem Gebiete nicht hat irren können.

Sagr. Ihr habt es immer mit Euerem Aristoteles, der nicht sprechen kann. Ich aber sage Euch, dafs, wenn Aristoteles hier wäre, er entweder von uns überzeugt würde, oder unsere Gründe widerlegte und uns eines besseren belehren würde. Aber wie, habt Ihr nicht selbst die Versuche mit den Geschützen, die Euch mitgeteilt worden sind, anerkannt, bewundert und sie über die des Aristoteles gestellt? Bei alledem giebt Signore Salviati, soweit ich sehe, nicht zu, dafs diese Gründe, die er selbst angeführt, die er sicherlich aufs genaueste geprüft und sondiert hat, ihn überzeugt hätten; ja selbst bei anderen noch schlagenderen, welche er seiner Andeutung zufolge uns hören lassen will, ist dies nicht der Fall. Ich weifs nicht, worauf Ihr den Vorwurf gründet, dafs die Natur durch ihr hohes Alter kindisch geworden sei, dafs sie es verlernt habe, lenkende Geister hervorzubringen, dafs sie nur noch Hörige des Aristoteles zu schaffen vermöge, die mit seinem Gehirne begreifen, mit seinen Sinnen wahrnehmen. Aber hören wir die ferneren seiner Ansicht günstigen Gründe, um nachher zu ihrer Prüfung überzugehen, sie zu kapellieren[29]) und mit der Goldwage zu wägen.

Aristoteles würde die gegnerischen Argumente widerlegen oder seine Ansicht ändern.

Salv. Vordem wir weitergehen, mufs ich Signore Sagredo darauf aufmerksam machen, dafs ich bei unseren Unterredungen die Rolle des Kopernikaners spiele und gewissermafsen seine Maske vornehme; wie es aber in meinem Inneren unter der Wirkung dieser Gründe aussieht, welche ich scheinbar zu seinen Gunsten vorbringe, bitte ich nicht nach meinen Worten beurteilen zu wollen, solange wir uns in der Hitze des Komödienspielens befinden, sondern erst, wenn ich die Verkleidung werde abgelegt haben; Ihr werdet mich dann vielleicht anders erfinden, als ich auf der Bühne schien. — Gehen wir jetzt weiter. Ptolemäus

und seine Anhänger bringen eine weitere Erfahrungsthatsache vor, ähnlich der der geschleuderten Körper. Sie betrifft solche Dinge, die, von der Erde getrennt, lange Zeit sich schwebend in der Luft halten, wie Wolken und fliegende Vögel. Da sich von diesen nicht sagen läfst, dafs sie von der Erde getragen werden, weil sie dieser nicht anhaften, so ist es scheinbar unmöglich für sie mit der raschen Bewegung der Erde Schritt zu halten; es würde uns vielmehr scheinen müssen, als ob sie alle aufs schnellste sich westlich bewegen. Wenn wir, von der Erde dahingetragen, in 24 Stunden unseren Breitenkreis zurücklegen, d. h. doch mindestens eine Strecke von 16000 Miglien, wie sollten die Vögel mit einer solchen Bewegung wetteifern können? Dahingegen sehen wir sie ohne merklichen Unterschied ebenso gut nach Osten wie nach Westen oder einer anderen Himmelsgegend fliegen. Wenn wir ferner schnell reiten, so fühlen wir im Gesichte einen sehr heftigen Luftzug; wie heftig würde erst der Wind sein, den wir beständig von Osten her fühlen müfsten, wenn wir in so raschem Lauf der Luft entgegen fortgeführt würden? Und doch fühlt man nichts dergleichen. — Noch ein sinnreiches Argument, dem eine bestimmte Erfahrung zu Grunde liegt, nämlich folgendes:[30]) Bei kreisförmig bewegten Körpern zeigen die Teile das Bestreben, von dem Mittelpunkte sich zu entfernen, ihn zu fliehen, sich zu zerstreuen, wenn nicht die Bewegung sehr langsam ist, oder genannte Teile nicht sehr fest mit einander verbunden sind. Denkt Euch z. B. eines der grofsen Räder, die von einem oder mehreren im Inneren befindlichen Menschen in Bewegung versetzt, zur Fortschaffung der gröfsten Lasten dienen, wie der grofsen Steinblöcke für die Mange, oder der beladenen Schiffe, die aus einem Gewässer in ein anderes geschafft und über die Erde geschleift werden.[31]) Versetzen wir ein solches Rad in schnellste Drehung, und die Teile desselben wären nicht ungemein dauerhaft zusammengefügt, so würden sie alle fortfliegen. Oder wären an seinem Umfange Steine oder sonstige schwere Massen angebracht, so würden sie, wenn auch recht solide befestigt, dennoch jenem Antrieb keinen Widerstand leisten können, durch welchen sie vielmehr mit grofser Heftigkeit nach verschiedenen Richtungen weit weg vom Rade, also vom Mittelpunkte, geschleudert würden. Bewegte sich demnach die Erde mit einer noch viel, viel gröfseren Geschwindigkeit: von welchem Gewichte, durch wie zähen Kalk oder sonstigen Mörtel gebunden müfsten Steine, Häuser, ganze Städte sein, um an ihrer Stelle zu verharren, so dafs sie nicht von dem reifsenden Wirbel gen Himmel geschleudert würden? Menschen und Tiere, die gar nicht mit der Erde verbunden sind, sie sollten solcher Kraft widerstehen? Und doch sehen wir im

Argument hergenommen von Wolken und Vögeln.

Argument hergenommen von dem Winde, der uns beim Reiten entgegenzuwehen scheint.

Argument hergenommen von der fortschleudernden, zerstreuenden Wirkung der Rotationsbewegung

Gegenteil nicht nur diese, sondern viel widerstandsunfähigere Dinge, Steinchen, Sandkörner, Blätter ganz ruhig auf der Erde liegen und zu ihr niederfallen, wenn auch in sehr langsamer Bewegung. — Dies wären so die hauptsächlichsten Gründe, Signore Simplicio, die sich auf irdische Dinge beziehen. Es erübrigen noch die Gründe der anderen Art, diejenigen nämlich, welche auf die Himmelserscheinungen Bezug nehmen. Diese haben aber in Wahrheit mehr den Zweck zu erweisen, dafs die Erde sich im Mittelpunkte des Weltalls befindet und also nicht die jährliche Bewegung um diesen Mittelpunkt besitzen kann, welche ihr von Kopernikus beigelegt worden ist. Wir können dieselben, weil sie einen wesentlich anderen Stoff behandeln, später anführen, wenn wir die Richtigkeit der bisher vorgebrachten werden geprüft haben.

Sagr. Was meint Ihr, Signore Simplicio? Glaubt Ihr, dafs Signore Salviati die ptolemäischen und aristotelischen Gründe kennt und sie auseinanderzusetzen versteht? Seid ihr der Meinung, dafs irgend ein Peripatetiker in demselben Mafse Kenner der kopernikanischen Beweise ist?

Simpl. Hätte ich nicht infolge der bisher gepflogenen Unterredungen mir eine sehr hohe Meinung von der gründlichen Gelehrsamkeit des Signore Salviati und von dem Scharfsinn des Signore Sagredo gebildet, so hätte ich mit deren gütiger Erlaubnis nicht übel Lust mich zu entfernen, ohne weitere Erörterungen mit anzuhören, denn es scheint mir unmöglich so handgreiflichen Thatsachen zu widersprechen; ich würde ohne fernere Erörterungen bei meiner alten Ansicht verharren wollen. Sollte sie dann auch wirklich falsch sein, so stützt sie sich doch auf so plausibele Gründe, dafs sie entschuldbar sein dürfte. Wenn das Fehlschlüsse sind, wo hat es dann je richtige Beweise von solcher Schönheit gegeben?

Sagr. Wir wollen doch die Entgegnungen Signore Salviatis anhören, die, wenn sie richtig sind, unbedingt noch schöner und zwar unendlich mal schöner sein müssen; wie umgekehrt jene nur häfslich, durchaus häfslich sein können, wenn anders die metaphysische Lehre richtig ist, dafs Wahr und Schön ein und dasselbe sind, ebenso wie Falsch und Häfslich.[32]) Darum, Signore Salviati, lafst uns nicht weiter Zeit verlieren.

Wahr und Schön, wie Falsch und Häfslich sind identisch.

Salv. Wenn ich mich recht entsinne, war das erste der von Signore Simplicio vorgebrachten Argumente folgendes: Die Erde kann sich nicht kreisförmig bewegen, denn diese Bewegung wäre für sie eine gewaltsame, könnte also nicht ewig andauern. Die Gewaltsamkeit der Bewegung folgte aber daraus, dafs, wenn sie natürlich wäre,

auch die Teile der Erde von Natur aus sich im Kreise drehen müfsten. Dies ist aber unmöglich, denn die natürliche Bewegung der Teile ist geradlinig nach unten gerichtet. Hier entgegne ich, dafs es mir lieb gewesen wäre, wenn Aristoteles sich genauer erklärt hätte, was er mit der etwaigen kreisförmigen Bewegung der Teilchen meint. Denn diese kreisförmige Bewegung kann in doppelter Weise verstanden werden: entweder so, dafs jedes vom Ganzen losgelöste Teilchen sich kreisförmig um seinen Mittelpunkt bewegt, also seine eigenen kleinen Kreischen beschreibt; oder aber so, dafs die Teile, weil die ganze Kugel in 24 Stunden um ihren Mittelpunkt sich dreht, sich gleichfalls in 24 Stunden um denselben Mittelpunkt bewegen. Das erste wäre ein ebenso grofser Unsinn, als wenn man sagte, von einer Kreisperipherie müsse jeder Teil selbst ein Kreis sein; oder von der Erde müsse jeder Teil eine Kugel sein, weil die ganze Erde Kugelgestalt besitze; denn so verlange es das Axiom *eadem est ratio totius et partium*. Meinte er es aber im anderen Sinne, dafs die Teile in Nachahmung des Ganzen sich von Natur in 24 Stunden um den Mittelpunkt der ganzen Kugel bewegen, so behaupte ich, dafs sie das thun. Und Euch, als Vertreter des Aristoteles, liegt es ob zu beweisen, dafs dies nicht der Fall ist.

Entgegnung auf das erste Argument des Aristoteles.

Simpl. Das hat Aristoteles an der nämlichen Stelle bewiesen, indem er sagt, die natürliche Bewegung der Teile sei die geradlinige Bewegung nach dem Mittelpunkte des Weltalls, woraus folgt, dafs die kreisförmige ihnen von Natur aus nicht eignen kann.

Salv. Aber seht Ihr nicht, dafs diese nämlichen Worte auch die Widerlegung jener Entgegnung enthalten?

Simpl. Inwiefern? und wo?

Salv. Sagt er nicht, die Kreisbewegung sei für die Erde eine gewaltsame und könne darum nicht von ewiger Dauer sein? und dies sei absurd, weil die Weltordnung ewig ist?

Simpl. Das sagt er allerdings.

Salv. Aber wenn das, was gewaltsam ist, nicht ewig dauern kann, so kann umgekehrt das, was unmöglich ewig dauert, nicht natürlich sein. Die Bewegung der Erde nach unten kann aber keinenfalls ewige Dauer haben, kann also um so weniger natürlich sein. Überhaupt kann ihr keine Bewegung natürlich sein, die nicht auch von ewiger Dauer wäre. Schreiben wir aber der Erde eine kreisförmige Bewegung zu, so kann diese sowohl ihr als den Teilen ewig zukommen und demnach natürlich sein.

Das Gewaltsame kann nicht ewig sein, und was nicht ewig sein kann, kann nicht natürlich sein.

Simpl. Die gerade Bewegung ist den Teilen der Erde durchaus natürlich. Sie ist ewig, denn es wird niemals geschehen, dafs jene

sich anders als geradlinig bewegen, immer jedoch unter der Voraussetzung, dafs alle Hindernisse beseitigt sind.

Salv. Ihr seid in einem Mifsverständnis befangen, Signore Simplicio, und ich will doch versuchen, Euch von demselben zu befreien. Sagt mir also: kann nach Euerer Ansicht ein Schiff, das von der Meerenge von Gibraltar nach Palästina fährt, zu seiner Fahrt nach jener Küste ewige Zeit gebrauchen, wenn es sich mit gleichmäfsiger Geschwindigkeit bewegt?

Simpl. Unter keinen Umständen.

Salv. Und warum nicht?

Simpl. Weil die Strecke der Fahrt eingeschlossen und begrenzt ist von den Säulen des Herkules und der Küste von Palästina; und ist die Entfernung begrenzt, so wird sie auch in endlicher Zeit zurückgelegt, es sei denn, man wollte umkehren, rückwärts in entgegengesetzter Richtung fahren und dann von neuem dieselbe Strecke passieren. Dies aber wäre eine unterbrochene und keine stetige Bewegung.

Salv. Sehr richtig geantwortet. Wie ist es aber mit der Fahrt von der Magalhaẽsstrafse, durch den stillen Ocean, über die Molukken, das Kap der guten Hoffnung und von dort durch dieselbe Meeresstrafse abermals über den stillen Ocean u. s. w., meint Ihr, dafs diese Fahrt sich ewig fortsetzen läfst?

Simpl. Freilich, denn hier handelt es sich um eine in sich zurückkehrende Kreisbewegung; sie liefse sich daher ohne jede Unterbrechung durch unendliche Wiederholung ewig fortsetzen.

Salv. Es könnte also ein Schiff auf dieser Reise in ewiger Fahrt begriffen sein, nicht wahr?

Simpl. Wenn das Schiff unzerstörbar wäre, ja. Da aber das Schiff zu Grunde geht, so müfste die Fahrt notwendig ein Ende finden.

Salv. Im mittelländischen Meere aber würde das Schiff, auch wenn es unzerstörbar wäre, sich dennoch nicht ewig nach Palästina hinbewegen können, da die Reise eine begrenzte ist. Zwei Dinge sind demnach erforderlich, damit ein bewegter Körper ohne Unterbrechung sich ewig bewegen kann: einmal mufs die Bewegungsart von Natur unbegrenzt und unendlich, dann aber der bewegte Körper desgleichen unzerstörbar und von ewiger Dauer sein.

Zwei Erfordernisse für die ewige Dauer der Bewegung, Unbegrenztheit des Raums und Unzerstörbarkeit des Körpers.

Simpl. Beides ist erforderlich.

Salv. Ihr habt also ganz freiwillig das Geständnis abgelegt, dafs unmöglich irgend ein beweglicher Körper sich beständig in geradliniger Bewegung befinden kann; denn eine solche ist nach Euerer eigenen Ansicht, ob nun nach oben oder unten gerichtet, jedenfalls

Geradlinige Bewegung kann nicht ewig dauern und mithin der Erde nicht natürlich sein.

von dem Umfange und dem Mittelpunkte begrenzt. Mag daher auch der bewegte Körper, d. h. die Erde, von ewiger Dauer sein, so ist doch die gerade Bewegung ihrer Natur nach nicht ewig, sondern aufs bestimmteste begrenzt und kann daher keine natürliche Bewegung der Erde sein. Vielmehr ist Aristoteles, wie gestern schon hervorgehoben wurde, selber gezwungen, den Erdball als ewig unbewegt zu betrachten. Wenn Ihr sodann sagt, die Teile der Erde bewegten sich nach Beseitigung der Hindernisse stets nach unten, so ist das ein arges Mifsverständnis; man mufs ihnen umgekehrt Hindernisse bereiten, ihnen entgegenwirken und Gewalt anthun, wenn sie sich in der angegebenen Weise bewegen sollen. Denn sind sie einmal gefallen, so mufs man sie ja gewaltsam wieder in die Höhe werfen, damit sie ein zweites Mal wieder herunterfallen. Was die Hindernisse betrifft, so hemmen diese blofs die Ankunft im Mittelpunkt. Hätten wir einen über das Centrum hinausreichenden Schacht, so würde gleichwohl eine Erdscholle sich über dieses nicht hinausbewegen, es sei denn, dafs sie, von der Wucht des Falles fortgerissen, es überschritte, um wieder zu ihm zurückzukehren und schliefslich in ihm zur Ruhe zu kommen. Entschlagt Euch also nur ganz und gar der Hoffnung, die geradlinige Bewegung als ein thatsächliches oder auch nur als ein mögliches natürliches Attribut der Erde oder sonst eines beweglichen Körpers aufrecht erhalten zu können, solange das Weltall in seiner vollkommenen Ordnung verharrt. Und wollt Ihr nicht die Kreisbewegung zugeben, so begnügt Euch blofs ihre Unbewegtheit zu behaupten und zu verteidigen.

Simpl. Die Unbeweglichkeit anlangend, scheinen mir bis jetzt die Argumente des Aristoteles und noch mehr die anderen von Euch angeführten eine schlagende Beweiskraft zu besitzen, und es bedürfte zur Widerlegung meines Erachtens gewichtiger Gegengründe.

Entgegnung auf das zweite Argument.

Salv. Wir kommen nun also zum zweiten Argument, welches darin bestand: die Körper, über deren Kreisbewegung kein Zweifel besteht, besitzen mehr als eine Bewegung mit Ausnahme des *primum mobile*. Wenn daher die Erde sich kreisförmig bewegte, müfste sie eine zweifache Bewegung besitzen, daraus aber müfsten Änderungen bezüglich des Auf- und Untergangs der Fixsterne sich ergeben, die thatsächlich nicht zu bemerken sind; also u. s. w. Die einfachste und angemessenste Entgegnung auf diesen Einwand liegt in dem Argumente selbst. Aristoteles legt sie uns geradezu in den Mund, und es ist unmöglich, dafs Ihr, Signore Simplicio, sie nicht solltet bemerkt haben.

Simpl. Ich habe sie nicht bemerkt und bemerke sie noch immer nicht.

Salv. Nicht möglich, sie liegt zu sehr auf der Hand.

Simpl. Ich möchte mit Euerer Erlaubnis einen Blick in den Text werfen.

Sagr. Wir wollen sofort einen Text holen lassen.

Simpl. Ich trage ihn immer in der Tasche nach. Hier ist er, ich weifs genau, dafs die Stelle im 2. Buche über den Himmel sich findet, im sechsten Kapitel. Hier ist sie im 97. Paragraphen.[33]) *Praeterea omnia, quae feruntur latione circulari, subdeficere videntur, ac moveri pluribus una latione, praeter primam sphaeram: quare et Terram necessarium est, sive circa medium, sive in medio posita feratur, duabus moveri lationibus. Si autem hoc acciderit, necessarium est fieri mutationes ac conversiones fixorum astrorum. Hoc autem non videtur fieri, sed semper eadem apud eadem loca ipsius et oriuntur, et occidunt.* Ich sehe da keinen Trugschlufs und der Beweis scheint mir völlig strenge.

Salv. Mir hat diese Vorlesung von neuem das Fehlerhafte der Beweismethode bestätigt und überdies eine andere Verkehrtheit aufgedeckt. Darum merkt auf. Zwei Hypothesen oder, wir können sagen, zwei Schlufsfolgerungen sind es, die Aristoteles bekämpfen will: einmal nämlich die Ansicht, nach welcher die Erde im Mittelpunkte steht und sich um ihr eigenes Centrum dreht; sodann die andere Annahme, nach welcher sie aufserhalb des Mittelpunktes sich befindet und in kreisförmiger Bewegung um diesen begriffen ist. Beide Behauptungen bekämpft er gemeinsam mittels desselben Argumentes. Nun behaupte ich, dafs seine Kampfweise beiden gegenüber verfehlt ist. Bezüglich der ersten Behauptung besteht sein Irrtum in einem Widerspruch mit sich selbst, also in einem Paralogismus, bezüglich der zweiten in einer fehlerhaften Schlufsfolgerung. Wir beschäftigen uns zunächst mit der ersten Behauptung, welche die Erde in die Mitte des Weltalls versetzt und sie um ihren Mittelpunkt sich drehen läfst; wir stellen ihr den Einwand des Aristoteles gegenüber, welcher besagt: Alle beweglichen Körper, welchen die Kreisbewegung eigentümlich ist, bleiben offenbar zurück und besitzen mehr als eine Bewegung, ausgenommen die erste Sphäre, d. i. das *primum mobile*. Wenn also die Erde im Mittelpunkt steht und sich um ihr eigenes Centrum dreht, so mufs sie eine doppelte Bewegung besitzen und zurückbleiben. Wäre dies aber der Fall, so müfsten Änderungen im Auf- und Niedergang der Fixsterne stattfinden; davon aber ist nichts wahrzunehmen, also bewegt sich die Erde nicht u. s. w. Hier liegt der Fehlschlufs. Um ihn aufzudecken, diskutiere ich mit Aristoteles folgendermafsen: Du sagst, Aristoteles, die im Mittelpunkte befindliche Erde könne sich

Argument des Aristoteles gegen die Bewegung der Erde nach zwei Seiten hin fehlerhaft.

nicht um sich selber drehen, weil man ihr dann notwendig zwei Bewegungen zuschreiben müfste. Hätte man ihr also nur eine Bewegung beizulegen, so würdest du es nicht für unmöglich halten, dafs eine solche ihr zukommt; denn du hättest dann ohne Grund dich darauf beschränkt, die Unmöglichkeit auf die Mehrheit der Bewegungen zurückzuführen, wenn auch schon eine einfache Bewegung der Erde unmöglich wäre. Da du nun von allem Bewegten des Weltalls nur ein einziges statuierst, das blofs eine Bewegung besitzt, alles andere hingegen mit mehr als einer Bewegung ausstattest; da du ferner versicherst, dies einzige Einfach-Bewegte sei die erste Sphäre, d. h. dasjenige, vermöge dessen die Fixsterne und die Planeten übereinstimmend von Osten nach Westen sich zu bewegen scheinen, so würdest du, wenn die Erde jene erste Sphäre sein könnte und demnach durch ihre einfache Bewegung die scheinbare Bewegung der Gestirne von Osten nach Westen verursachte, ihr diese einfache Bewegung nicht absprechen. Wer aber behauptet, dafs die Erde im Mittelpunkte steht und sich um sich selber dreht, schreibt ihr keine andere Bewegung zu, als diejenige, welche die scheinbare Bewegung der Gestirne von Ost nach West verursacht; sie wird also dadurch zu jener ersten Sphäre, die nach deinem eigenen Eingeständnis blofs eine einfache Bewegung besitzt. Wenn du also, Aristoteles, etwas beweisen willst, so mufst du zeigen, dafs die Erde, wenn sie im Mittelpunkte des Weltalls steht, auch nicht eine Bewegung besitzen kann, oder dafs auch die erste Sphäre keinerlei Bewegung haben kann. Andernfalls machst du bei deinem Syllogismus einen Fehlschlufs, der sich darin kundgiebt, dafs du ein und dasselbe leugnest und zugiebst. Ich komme jetzt zur zweiten Hypothese, nach welcher die Erde vom Mittelpunkte entfernt steht und sich um diesen dreht, nach welcher sie also ein Planet oder ein Wandelstern ist; gegen diese Hypothese ist das Argument gerichtet und zwar formal richtig, aber materiell fehlerhaft. Denn zugegeben, die Erde bewege sich dergestalt und zwar mit doppelter Bewegung, so folgt daraus dennoch nicht mit Notwendigkeit, dafs in diesem Falle Änderungen im Auf- und Untergang der Fixsterne erfolgen müssen, wie ich geeigneten Ortes erläutern werde. Hier will ich gerne den Irrtum des Aristoteles entschuldigen, ja ihn sogar loben, dafs er das scharfsinnigste Argument gegen die Behauptung des Kopernikus beigebracht hat, das sich beibringen läfst. Wenn nun schon der Einwand sinnreich und scheinbar völlig beweiskräftig ist, so ist, wie Ihr sehen werdet, seine Beseitigung um so scharfsinniger und geistreicher, woher denn auch nur ein Geist von dem Scharfsinne eines Kopernikus sie hat entdecken können. Aus der

Schwierigkeit, dieselbe zu verstehen, werdet Ihr entnehmen können, wieviel schwerer es war sie aufzufinden. Vertagen wir inzwischen die Entgegnung; Ihr sollt sie seiner Zeit gehörigen Ortes hören[34]), wenn wir den Einwand des Aristoteles noch einmal vorgenommen und ihm sogar zu dessen Gunsten bedeutend verstärkt haben werden. — Wir gelangen sodann zum dritten, gleichfalls von Aristoteles herrührenden Argumente, betreffs dessen keine weitere Entgegnung erforderlich ist, da zur Genüge gestern und heute darauf erwidert worden ist. Er bringt nämlich den Einwand vor, dafs die Bewegung der schweren Körper von Natur geradlinig nach dem Mittelpunkte gerichtet ist, und untersucht sodann, ob nach dem Mittelpunkt der Erde oder dem des Weltalls; er kommt zum Ergebnis, dafs sie von Natur nach dem Mittelpunkte des Weltalls, nur zufällig aber nach dem der Erde gerichtet ist. — Wir können sonach zum vierten Beweisgrunde übergehen, auf welchen wir recht ausführlich einzugehen haben werden, weil er auf diejenige Erfahrung sich stützt, welche dem gröfseren Teile der noch übrigen Argumente ihre Beweiskraft verleiht. Aristoteles also behauptet, das sicherste Argument für die Unbeweglichkeit der Erde sei die Beobachtung, dafs senkrecht in die Höhe geschleuderte Körper längs derselben Linie an den nämlichen Ort zurückkehren, von dem aus sie geworfen wurden; und zwar auch dann, wenn die Bewegung sich sehr weit in die Höhe erstreckte. Dies aber könnte nicht der Fall sein, wenn die Erde sich bewegte; denn während der Zeit, wo der geschleuderte Körper, getrennt von der Erde, sich auf- und abwärts bewegt, würde der Ausgangspunkt des geschleuderten Körpers sich infolge der Erdumdrehung ein bedeutendes Stück nach Osten verschoben haben, und beim Niederfallen müfste der Körper um diese Strecke von genannter Stelle entfernt auf die Erde stofsen. Dahin gehört deswegen auch das Argument betreffs der mit einer Kanone in die Höhe geschossenen Kugel, ebenso die von Aristoteles und Ptolemäus verwertete Beobachtung, dafs die aus bedeutender Höhe fallenden schweren Körper in gerader und lotrechter Linie auf die Erdoberfläche treffen. — Um nun mit Entwirrung dieser Knoten zu beginnen, frage ich Signore Simplicio: wenn jemand dem Ptolemäus und Aristoteles in Abrede stellte, dafs die frei fallenden schweren Körper in gerader und lotrechter, d. h. nach dem Mittelpunkte gerichteter Linie herabkämen, mit welchen Hilfsmitteln würden sie es beweisen?

Entgegnung auf das dritte Argument.

Entgegnung auf das vierte Argument.

Simpl. Mittels der sinnlichen Wahrnehmung, die uns belehrt, dafs jener Turm gerade und lotrecht ist und die uns zeigt, dafs jener Stein beim Fall dicht an ihm hinstreift, ohne auch nur um Haaresbreite nach der einen oder anderen Richtung auszubiegen, und am

Fufse des Turmes anlangt, genau unterhalb der Stelle, von welcher er abgelassen wurde.

Salv. Wenn aber von ungefähr die Erdkugel sich im Kreise bewegte und demzufolge auch den Turm mit sich trüge, gleichwohl aber die Beobachtung lehrte, dafs der fallende Stein dicht an der Linie des Turmes hinstreift, wie müfste dann seine Bewegung beschaffen sein?

Simpl. Man müfste in diesem Falle eher sagen „seine Bewegungen". Die eine nämlich wäre diejenige, vermöge deren er von oben nach unten gelangt, eine andere müfste ihm eigen sein, um der Bewegung des Turmes zu folgen.

Salv. Seine Bewegung wäre also aus zweien zusammengesetzt, nämlich aus der, mit welcher er dem Turm entlang fortschreitet und aus der, mit welcher er ihm folgt. Aus dieser Zusammensetzung würde sich ergeben, dafs der Stein nicht mehr jene einfache, gerade und lotrechte, sondern eine schräge und möglicherweise krumme Linie beschriebe.

Simpl. Ob krumm, weifs ich nicht; aber ich begreife sehr wohl, dafs sie notwendig schräg sein mufs und verschieden von jener geraden Linie, welche er im Fall der Unbeweglichkeit der Erde beschrieb.

Salv. Aus dem alleinigen Umstande also, dafs Ihr den fallenden Stein sich entlang dem Turme bewegen seht, dürft Ihr noch nicht mit Sicherheit auf seine gerade und lotrechte Bewegung schliefsen; Ihr müfstet denn erst voraussetzen, die Erde stehe fest.

Simpl. So ist es; denn wenn die Erde sich bewegte, so würde die Bewegung des Steines schräg und nicht lotrecht sein.

Fehlschlufs des Aristoteles und Ptolemäus, welche als bekannt vorausgesetzen, was bewiesen werden soll.

Salv. Da habt Ihr nun selber klar und deutlich den Fehlschlufs des Aristoteles und Ptolemäus entdeckt; es wird dabei als bekannt vorausgesetzt, was bewiesen werden soll.

Simpl. Wieso? Mir scheint ein tadelloser Syllogismus vorzuliegen und nicht eine *petitio principii*.[35])

Salv. Ihr sollt hören, wieso. Sagt mir doch, nimmt man nicht beim Beweise die Schlufsfolgerung als unbekannt an?

Simpl. Natürlich, denn sonst wäre es überflüssig sie zu beweisen.

Salv. Der *terminus medius* aber mufs feststehen, nicht wahr?

Simpl. Das mufs er, sonst würde man *ignotum per aeque ignotum* beweisen wollen.

Salv. Unsere zu beweisende und mithin unbekannte Schlufsfolgerung ist die Unbewegtheit der Erde, nicht wahr?

Simpl. So ist es.

Salv. Und ist nicht die Prämisse, die feststehen mufs, der geradlinig lotrechte Fall des Steines?

Simpl. Allerdings ist das die Prämisse.

Salv. Aber haben wir nicht eben gezeigt, dafs wir keine Kenntnis davon haben können, ob die Falllinie gerade und lotrecht ist, wenn nicht zuvor bekannt ist, dafs die Erde feststeht? Bei Euerem Syllogismus hängt also die Zuverlässigkeit der Prämisse von der Zuverlässigkeit der Behauptung ab. Ihr seht also, welch arger Fehlschlufs das ist.

Sagr. Ich möchte dem Signore Simplicio zuliebe den Aristoteles, wo möglich, verteidigen oder mich doch wenigstens besser von der Triftigkeit Eueres Schlufsverfahrens überzeugen. Ihr sagt: die Beobachtung der Bewegung des Steines am Turme entlang reicht nicht aus, um uns zu vergewissern, dafs die Bewegung des Steines lotrecht ist — dies ist die Prämisse des Syllogismus —, es sei denn, dafs man die Erde von vornherein als unbewegt voraussetzt — welches die erst zu beweisende Behauptung ist. Wenn nämlich der Turm sich mit der Erde bewegte, und der Stein entlang an ihm fiele, so würde die Bewegung des Steines schräg und nicht lotrecht sein. Darauf will ich entgegnen: wenn der Turm sich bewegte, so wäre es unmöglich, dafs der Stein beim Fallen an ihm entlang streifte, und darum ergiebt sich aus dem Entlangfallen das Stillestehen der Erde.

Simpl. So ist es auch; denn damit der Stein dicht am Turme hinstreifen kann, während dieser mit der Erde sich bewegt, müfste er zwei natürliche Bewegungen besitzen, die geradlinige nach dem Mittelpunkte und die kreisförmige um den Mittelpunkt, was unmöglich ist.

Salv. Die Verteidigung des Aristoteles besteht also darin, dafs der Stein unmöglich, oder wenigstens seiner Ansicht nach unmöglich, eine aus Geradem und Kreisförmigem gemischte Bewegung ausführen kann. Denn hätte Aristoteles es nicht für unmöglich gehalten, dafs der Stein sich gleichzeitig nach dem Mittelpunkte und um ihn bewegte, so würde er eingesehen haben, dafs möglicherweise der fallende Stein dem Turme entlang streifen könnte, ebensowohl wenn letzterer sich bewegt, als wenn er feststeht; er würde folglich bemerkt haben, dafs aus dem Entlangfallen nichts über die Bewegung oder Ruhe der Erde sich schliefsen lassen könnte. Dies entschuldigt indessen den Aristoteles keineswegs, nicht nur weil er bei einem so wesentlichen Punkte seiner Beweisführung es ausdrücklich hätte sagen müssen, wenn dies seine Ansicht war, sondern auch deswegen, weil man weder eine solche Thatsache für unmöglich halten darf, noch auch glauben, dafs Aristoteles sie für unmöglich gehalten hat. Man darf ersteres nicht, weil, wie ich gleich zeigen werde, sie möglich, ja sogar notwendig ist; man kann aber auch letzteres nicht behaupten, weil

Aristoteles giebt zu, dafs das Feuer sich geradlinig nach oben seiner Natur zufolge, und kreisförmig infolge von Übertragung bewegt.

Aristoteles selbst einräumt, dafs das Feuer von Natur aus sich in gerader Linie aufwärts bewegt und gleichzeitig jener täglichen Kreisbewegung folgt, welche vom Himmel aus sich auf das gesamte Element des Feuers und auf den gröfseren Teil der Luft überträgt.[36]) Wenn er es also nicht für unmöglich hält, dafs die geradlinige Bewegung nach oben mit der kreisförmigen sich mischt, welche von der Mondsphäre auf Feuer und Luft übertragen wird, so wird er um so weniger bei dem Steine die Mischung von geradliniger Bewegung nach unten mit kreisförmiger in Abrede stellen dürfen; denn letztere wäre dem ganzen Erdball eigentümlich, von dem der Stein ein Teil ist.

Simpl. Ich glaube das nicht. Denn wenn das Element des Feuers ebenso wie die Luft sich an der Kreisbewegung beteiligt, so ist es sehr leicht möglich, ja notwendig, dafs ein von der Erde aufsteigendes Feuerteilchen beim Passieren der bewegten Atmosphäre dieselbe Bewegung empfängt, es handelt sich ja um einen so dünnen, leichten und leichtbeweglichen Körper. Dafs aber ein sehr schwerer Stein oder eine aus der Höhe herabfallende Kanonenkugel, die doch einen selbständigen Willen hat, durch die Luft oder etwas anderes sich fortreifsen lassen sollte, grenzt an das völlig Unglaubliche. Abgesehen davon haben wir ja auch den eigens hierfür ersonnenen Versuch mit dem Steine, den man von der Spitze eines Schiffsmastes herabfallen läfst und der, wenn das Schiff feststeht, am Fufse des Mastes anlangt, der aber, wenn das Schiff sich weiter bewegt, um ebensoviel von diesem Punkte entfernt niederfällt, als das Schiff während des Falles vorwärts gekommen ist; dies beträgt aber mehrere Ellen, wenn das Schiff schnell fährt.

Salv. Das Beispiel des Schiffes und das der Erde, wenn man letzterer die tägliche Umdrehung zuerkennt, sind von einander sehr verschieden.[37]) Denn es liegt klar auf der Hand, dafs die Bewegung des Schiffes, die doch für es keine natürliche ist, auch bezüglich aller darin befindlichen Gegenstände nur als zufällige Bewegung zu betrachten ist. Daher ist es kein Wunder, dafs der Stein, den man auf der Mastspitze festgehalten hat und nachher losläfst, sich abwärts bewegt ohne Verpflichtung, der Bewegung des Schiffes zu folgen. Die tägliche Bewegung aber wird dem Erdball und demnach allen seinen Teilen als etwas ihnen Eigentümliches und Natürliches beigelegt. Von der Natur ihnen eingepflanzt, haftet sie unvertilgbar an ihnen. Daher hat der Stein auf der Spitze des Turmes in erster Linie den Trieb sich in 24 Stunden um den Mittelpunkt seines Ganzen zu bewegen, und dieser natürlichen Neigung giebt er stets nach, in welche Lage er auch versetzt werden mag. Um Euch davon zu überzeugen, müfst

Unterschied zwischen dem Fall des Steines von der Mastspitze des Schiffes und dem Fall von der Höhe des Turmes.

Ihr nur aus Euerem Geiste eine eingewurzelte Vorstellung ausrotten und Euch sagen: ich habe bis jetzt gemeint, es sei eine Eigenschaft der Erde ohne Drehung um ihren Mittelpunkt festzustehen; darum habe ich niemals eine Schwierigkeit oder einen Widerspruch in der Vorstellung gefunden, dafs auch jedes ihrer Teilchen von Natur in derselben Ruhe verharrt. Wenn aber der natürliche Trieb des Erdballs darauf gerichtet sein sollte, in 24 Stunden eine Drehung auszuführen, so mufs ebenso andererseits jeder seiner Teile die unwandelbare, von Natur eingepflanzte Neigung haben nicht festzustehen, sondern die gleiche Bewegung mitzumachen. Ohne jedweden Anstofs wird man daher schliefsen dürfen: da die Bewegung, welche dem Schiffe durch die Kraft der Ruder mitgeteilt wird, und welche sich von diesem auf alle darin befindlichen Dinge überträgt, keine natürliche, sondern eine fremdartige ist, so mufs allerdings jener Stein, sobald er mit dem Schiffe nicht mehr verbunden ist, seine ursprüngliche Natur wieder annehmen und einzig und allein der ihm natürlichen Bestimmung obliegen. Dazu kommt noch, dafs notwendig wenigstens der Teil der Atmosphäre, der unterhalb der höchsten Gebirgserhebungen liegt, durch die Unebenheit der Erdoberfläche mitgerissen und in drehende Bewegung versetzt wird, oder wegen seiner Vermischung mit reichlichen Dämpfen und irdischen Ausdünstungen schon von Natur die tägliche Bewegung mitmacht, während etwas Entsprechendes von der Luft in der Nähe des Schiffes nicht gilt. Daher ist der Schlufs von dem Schiffe auf den Turm nicht beweiskräftig. Der von der Mastspitze ausgehende Stein tritt nämlich in ein Medium ein, welches die Bewegung des Schiffes nicht mitmacht; der Stein aber, der von der Turmspitze aus sich in Bewegung setzt, befindet sich in einem Medium, das dieselbe Bewegung wie der ganze Erdball besitzt, so dafs er, ohne von der Luft behindert zu sein, im Gegenteile von deren Bewegung gefördert wird und umsomehr dem allgemeinen Laufe der Erde folgen kann.

Der Teil der Atmosphäre unterhalb der höchsten Berge folgt der Erdbewegung.

Simpl. Ich begreife nicht, wie die Luft im Stande sein soll einem mächtigen Steinblock, einer dicken eisernen oder bleiernen Kugel, welche z. B. zweihundert Pfund wiegt, die Bewegung einzuprägen, in welcher sie selbst begriffen ist und welche sie allerdings ganz leichten Gegenständen wie etwa einer Feder oder einer Schneeflocke wirklich mitteilt. Die Erfahrung belehrt mich im Gegenteile, dafs ein Gewicht von jener Gröfse, auch dem stürmischsten Winde ausgesetzt, dennoch keinen Finger breit bewegt wird: stellt Euch darnach vor, ob die Luft es mit sich fortzutragen vermag.

Bewegung der Luft vermag ganz leichte, aber nicht sehr schwere Dinge fortzuführen.

Salv. Zwischen Euerer Beobachtung und unserem Falle herrscht eine grofse Verschiedenheit. Ihr lafst den Wind auf den in Ruhe be-

findlichen Stein einwirken, wir aber lassen die Luft, die sich bereits bewegt, auf den Stein einwirken, der sich gleichfalls mit der nämlichen Geschwindigkeit bewegt. Die Luft braucht ihm also nicht erst eine neue Bewegung mitzuteilen, sondern blofs die vorhandene zu unterstützen oder, besser gesagt, nicht zu stören. Ihr wollt den Stein in eine fremdartige, seiner Natur nicht angemessene Bewegung versetzen, wir ihn in seiner natürlichen erhalten. Wenn Ihr ein passenderes Beispiel vorbringen wolltet, müfstet Ihr sagen, man solle beobachten, wenn nicht mit leiblichen, so doch mit geistigen Augen, was eintreten würde, wenn ein von der Kraft des Windes getragener Adler aus seinen Klauen einen Stein fallen liefse. Dieser ist in dem Augenblicke, wo ihn die Krallen losliefsen, schon mit derselben Geschwindigkeit wie der Wind einhergeflogen und tritt nach seiner Loslösung in ein ebenso schnell bewegtes Medium ein; deswegen hege ich starken Verdacht, dafs man ihn nicht lotrecht herabfallen sähe, sondern dafs er gleichzeitig der Richtung des Windes und überdies der seiner eigenen Schwere folgen, dafs er demnach eine schräge Bewegung ausführen würde.

Simpl. Man müfste in der Lage sein, einen solchen Versuch anzustellen und je nach dem Ausfall seine Entscheidung treffen. Inzwischen scheinen bei dem Schiffe die Thatsachen einstweilen für unsere Meinung zu sprechen.

Salv. Mit Recht sagt Ihr einstweilen, denn binnen kurzem dürfte die Sache ein anderes Ansehen gewinnen. Um Euch nun nicht länger, wie man sagt, auf die Folter zu spannen, sagt mir, Signore Simplicio: glaubtet Ihr wirklich von Grund der Seele, der Versuch mit dem Schiffe passe so genau auf unseren Fall, dafs man vernünftigerweise beim Erdball ein entsprechendes Ergebnis wie bei ihm zu erwarten habe?

Simpl. Bisher habe ich das allerdings geglaubt; und obgleich Ihr etliche unbedeutende Verschiedenheiten aufgezählt habt, scheinen sie mir doch nicht so ausschlaggebend, um mir meine Meinung zu benehmen.

Salv. Es ist mir sogar sehr lieb, wenn Ihr bei ihr verharrt und daran festhaltet, dafs die Erscheinungen bei der Erde analog denen beim Schiffe sein müssen. Nur lafst Euch nicht die Laune anwandeln Euere Meinung zu ändern, wenn sie sich als unverträglich mit Eueren Zwecken erweisen sollte. Ihr sagt: weil bei ruhendem Schiffe der Stein am Fufse des Mastes niederfällt, bei bewegtem hingegen vom Fufse entfernt, so läfst sich umgekehrt schliefsen, dafs, wenn der Stein am Fufse niederfällt, das Schiff stille steht; und ebenso ergiebt sich,

dafs, wenn er entfernt davon niederfällt, das Schiff sich bewegt. Da nun, was beim Schiffe gilt, auch bei der Erde eintreten mufs, so folgt aus dem Niederfallen des Steines am Fufse des Turmes mit Notwendigkeit die Unbewegtheit des Erdballs. Ist das nicht Euer Beweis?

Simpl. Ja, und zwar in gedrängter Fassung, was sehr zur Erleichterung des Verständnisses beiträgt.

Salv. Nun sagt mir: wenn der von der Spitze des Mastes abgelassene Stein auch bei dem rasch bewegten Schiffe genau an derjenigen Stelle des Schiffes niederfiele, wohin er bei dem ruhenden Schiffe auftrifft, welchen Wert würden dann diese Fallversuche für die Entscheidung der Frage haben, ob das Schiff feststeht oder fährt?

Simpl. Absolut keinen. Ebenso z. B. wie aus dem Schlagen des Pulses sich nicht erkennen läfst, ob jemand schläft oder wacht, weil der Puls in gleicher Weise bei Schlafenden wie bei Wachenden schlägt.

Salv. Sehr wohl. Habt Ihr jemals den Versuch mit dem Schiffe angestellt?[38])

Simpl. Ich habe es nicht gethan, wohl aber, denke ich, haben die Schriftsteller, welche ihn anführen, sich sorgfältig mit ihm beschäftigt. Überdies liegt die Ursache der Verschiedenheit so sehr auf der Hand, dafs kein Raum zum Zweifel bleibt.

Salv. Dafs jene Autoren ihn möglicherweise anführen, ohne ihn angestellt zu haben, dafür seid Ihr selbst ein klassischer Zeuge. Denn ohne ihn angestellt zu haben, citiert Ihr ihn als sicher und verlafst Euch in gutem Glauben auf ihr Wort. Ebenso haben möglicher-, ja notwendigerweise auch jene gehandelt, sich nämlich auf ihre Vorgänger verlassen, ohne dafs man jemals auf einen käme, der den Versuch wirklich angestellt hätte. Denn jeder, der das thut, wird finden, dafs sich das gerade Gegenteil von dem ergiebt, was man geschrieben liest. Man wird nämlich zum Ergebnis kommen, dafs der Stein stets an derselben Stelle des Schiffes niederfällt, mag dieses feststehen oder sich mit beliebiger Geschwindigkeit bewegen. Da aber die Erde und das Schiff gleiches Verhalten aufweisen müssen, so läfst sich aus dem lotrechten Falle des Steines und dem Aufschlag am Fufse des Turmes nichts über Bewegung und Ruhe der Erde ermitteln.

Der vom Schiffsmast fallende Stein trifft an dieselbe Stelle, mag das Schiff sich bewegen oder stille stehen.

Simpl. Wenn Ihr mich nicht auf den Weg des Versuchs verwiesen hättet, so würde nach meiner Meinung unser Hin- und Widerreden so bald noch kein Ende nehmen. Denn mir scheint diese Frage für menschliche Spekulation so unzugänglich, dafs hier niemand sich erkühnen kann, etwas zu glauben oder zu vermuten.

Salv. Und doch erkühne ich mich das zu thun.

Simpl. Ihr hättet also nicht nur nicht hundertmal, sondern auch

nicht einmal die Probe darauf gemacht und seid doch des Erfolges ohne weiteres sicher? Ich kehre zu meinem Unglauben und meiner anfänglichen Überzeugung zurück, dafs die hauptsächlichsten Autoren, welche den Versuch anführen, ihn auch angestellt haben und zwar mit dem von ihnen angegebenen Erfolge.

Salv. Ich bin ohne Versuch gewifs, dafs das Ergebnis so ausfällt, wie ich Euch sage, denn es mufs so ausfallen. Ja noch mehr, ich behaupte, Ihr selbst wifst ebenfalls, dafs der Ausfall kein anderer sein kann, wenn Ihr Euch auch stellt oder vorgebt Euch zu stellen, als wüfstet Ihr es nicht. Ich verstehe aber das Handwerk mit Gehirnen umzugehen so meisterlich, dafs ich Euch gewaltsam ein Geständnis entreifsen werde. Aber Signore Sagredo, Ihr seid so stille, und doch schien es mir nach Euerer Gebärde, als wolltet Ihr etwas sagen.

Sagr. Ich wollte wirklich eine Bemerkung machen, aber Euere Äufserung, Ihr wolltet dem Signore Simplicio dermafsen Gewalt anthun, dafs er sein absichtlich verstecktes Wissen offenbare, hat mich neugierig gemacht und jeden anderen Wunsch in mir erstickt. Ich bitte Euch also, Euer Rühmen wahr zu machen.

Salv. Wenn nur Signore Simplicio die Güte haben will, auf meine Fragen zu antworten, so soll es an mir nicht fehlen.

Simpl. Ich werde antworten, was ich weifs und bin sicher, nicht in Ungelegenheiten zu kommen. Denn von dem, was ich für falsch halte, kann ich meines Bedünkens nichts wissen, da alles Wissen die Wahrheit und nicht den Irrtum zum Gegenstande hat.

Salv. Ich wünsche nicht, dafs Ihr sagt oder antwortet, Ihr wüfstet irgend etwas, was Ihr nicht völlig sicher wifst. Sagt mir also: wenn Ihr eine ebene, völlig glatte, spiegelähnliche Fläche habt, von stahlhartem Stoffe, die nicht horizontal, sondern etwas geneigt ist, und Ihr legt einen vollkommen kugelförmigen Ball darauf, aus schwerem, sehr hartem Stoffe, etwa aus Bronze, was würde er, sich selbst überlassen, Euerer Ansicht nach thun? Meint Ihr nicht auch, wie ich, er würde ruhig liegen bleiben?

Simpl. Und die Fläche soll geneigt sein?

Salv. Freilich, diese Voraussetzung habe ich ja gemacht.

Simpl. Keineswegs glaube ich, dafs er liegen bleibt, im Gegenteil, ich bin völlig gewifs, dafs er sich von selbst nach der geneigten Seite bewegen würde.

Salv. Habt wohl Acht, was Ihr sagt, Signore Simplicio; ich bin nämlich überzeugt, dafs er überall ruhen würde, wohin Ihr ihn auch legtet.

Simpl. Wenn Ihr Euch auf eine solche Art von Annahmen stützt, dann fange ich an zu begreifen, warum Ihr zu grundfalschen Ergebnissen gelangt.

Salv. Ihr haltet es also für ausgemacht, dafs die Kugel sich von selbst nach der geneigten Seite bewegen würde?

Simpl. Welche Frage!

Salv. Und Ihr haltet das für feststehend, nicht weil ich es Euch gelehrt hätte — ich suchte Euch ja das Gegenteil einzureden —, sondern aus freiem Antrieb, nach Euerem gesunden Menschenverstande.

Simpl. Jetzt verstehe ich Eueren Kunstgriff; Ihr habt nur so geredet, um mich kirre zu machen, wie das Volk sagt, nicht weil Ihr selbst so dächtet.

Salv. So ist's. Wie lange und mit welcher Geschwindigkeit würde nun die Kugel fortfahren sich zu bewegen? Beachtet, dafs ich von einer vollkommen runden Kugel und einer ausgezeichnet glatten Ebene gesprochen habe, um damit alle äufseren und zufälligen Hindernisse auszuschliefsen. Ebenso möchte ich denn auch, dafs Ihr von der Luft absieht, welche insofern ein Hindernis bildet, als sie dem Durchschneiden einen Widerstand entgegensetzt, desgleichen von allen anderen zufälligen Hemmnissen, wenn etwa solche vorhanden sein sollten.

Simpl. Ich habe das alles ganz gut verstanden. Euere Frage anlangend antworte ich: sie würde ins unendliche fortfahren sich zu bewegen, wenn die Neigung der Ebene so lange vorhielte und zwar in stetig beschleunigter Bewegung. Denn wie die Natur der schweren Körper es mit sich bringt: *vires acquirunt eundo.*[33]) Dabei wird die Geschwindigkeit um so gröfser sein, je stärker die Neigung der Ebene ist.

Salv. Wenn man aber wollte, dafs die Kugel auf der nämlichen Ebene sich nach oben bewegte, würde sie das Euerer Meinung nach thun?

Simpl. Freiwillig nicht, wohl aber, wenn man sie gewaltsam hinauf schiebt oder stöfst.

Salv. Und wenn sie nun vermöge eines gewaltsam ihr mitgeteilten Anstofses hinaufgetrieben würde, wie beschaffen und von wie langer Dauer würde ihre Bewegung dann sein?

Simpl. Die Bewegung würde immer mehr ermatten und sich verzögern, weil sie naturwidrig ist; sie würde ferner länger oder kürzer andauern, je nach der Stärke des Impulses und nach dem Grade der Steilheit.

Salv. Ihr habt also bis jetzt, wie mir scheint, das Verhalten eines bewegten Körpers auf zwei verschiedenen Ebenen geschildert,

Auf der geneigten Ebene, sagtet Ihr, bewegt sich der schwere Körper freiwillig abwärts in beständig beschleunigter Bewegung, und um ihn dort in Ruhe zu halten, mufs man Kraft anwenden; bei der aufsteigenden Ebene aber ist Kraft notwendig, um ihn vorwärts zu treiben und ebenso auch, um ihn darauf festzuhalten. Die ihm mitgeteilte Bewegung, sagtet Ihr ferner, vermindert sich in diesem Falle beständig und hört schliefslich ganz auf. Weiter behauptet Ihr noch, dafs in dem einen wie in dem anderen Falle es einen Unterschied macht, ob die Abschüssigkeit oder Steilheit gröfser oder geringer ist, in der Weise, dafs gröfsere Abschüssigkeit auch gröfsere Geschwindigkeit bedingt; umgekehrt hingegen bewegt sich der gleiche Körper unter Einwirkung der gleichen Kraft auf der ansteigenden Ebene über eine um so gröfsere Strecke, je geringer die Erhebung ist. Nun sagt mir, was mit dem nämlichen Körper auf einer Fläche geschähe, die weder abschüssig ist, noch ansteigt.

Simpl. Hier mufs ich mich ein wenig auf die Antwort besinnen. Da keine Abschüssigkeit vorhanden ist, so kann kein natürlicher Trieb zur Bewegung vorhanden sein; da auch kein Ansteigen stattfindet, so kann ebensowenig ein Widerstand gegen die Bewegung vorliegen; der Körper mufs mithin unterschiedslos weder einen Hang sich zu bewegen noch ein Widerstreben gegen die Bewegung besitzen. Er mufs also, wie mir scheint, von Natur aus ruhen. — Aber wie vergefslich ich bin! Es ist noch nicht lange her, dafs Signore Sagredo mir erklärt hat, dies müsse der Fall sein.[40])

Salv. Das ist auch meine Ansicht, vorausgesetzt, dafs man ihn ruhig hinlegte. Wenn man ihm aber einen Anstofs nach irgend welcher Richtung gäbe, was würde geschehen?

Simpl. Ich kann weder einen Grund für eine Beschleunigung noch für eine Verzögerung entdecken, da weder ein Ab- noch ein Ansteigen stattfindet.

Salv. Gut; wenn aber kein Grund für eine Verzögerung vorliegt, so kann um so weniger ein solcher für ein völliges Stillestehen vorliegen. Wie lange mufs demnach der Körper fortfahren sich zu bewegen?

Simpl. Solange als die Ausdehnung dieser weder steilen noch geneigten Fläche vorhält.

Salv. Wäre diese Länge also unbegrenzt, so würde die Bewegung auf ihr gleichfalls ohne Grenzen sein, d. h. ewig, nicht wahr?

Simpl. So scheint es mir allerdings, vorausgesetzt, dafs der Körper von einem dauerhaften Stoff wäre.

Salv. Dies ist ja insofern vorausgesetzt, als wir sagten, es sollten

alle zufälligen, äufserlichen Hindernisse entfernt werden: die Zerstörbarkeit des Körpers aber ist in diesem Falle eines der zufälligen Hindernisse. Sagt mir nun: was ist Euerer Ansicht nach die Ursache, dafs die Kugel auf der geneigten Ebene freiwillig, auf der ansteigenden hingegen nur gezwungen sich bewegt?

Simpl. Der Grund ist der, dafs der Trieb der schweren Körper darauf gerichtet ist, sich nach dem Mittelpunkte der Erde hin zu bewegen, dafs dieselben aber aufwärts nach dem Umfange des Weltalls hin sich nur gezwungen bewegen. Die geneigte Ebene aber bewirkt Annäherung an den Mittelpunkt, die ansteigende Entfernung von demselben.[41])

Salv. Eine Fläche, welche weder abschüssig noch ansteigend ist, mufs also in allen ihren Teilen gleich weit entfernt vom Mittelpunkte sein. Giebt es denn nun solche Flächen in der Welt?

Simpl. Daran fehlt es nicht. Da habt Ihr die unseres Erdballs, vorausgesetzt, dafs sie vollkommen glatt wäre, und nicht rauh und gebirgig, wie sie es thatsächlich ist; sodann aber die Wasseroberfläche, solange sie unbewegt und ruhig ist.

Salv. Ein Schiff, welches bei Meeresstille dahinfährt, gehört mithin zu den Körpern, welche über eine weder steile, noch abschüssige Fläche der besprochenen Art sich fortbewegen. Es ist daher bestrebt, nach Entfernung aller zufälligen und äufserlichen Hindernisse, mit der ihm einmal mitgeteilten Anfangsgeschwindigkeit unablässig und gleichförmig sich fortzubewegen.

Simpl. So mufs es sein, scheint mir.

Salv. Und vollzieht der Stein, der sich auf der Spitze des Mastes befindet, nicht gleichfalls, vom Schiffe getragen, eine Bewegung um den Mittelpunkt längs einer Kreisperipherie, also eine Bewegung, die in ihm, abgesehen von den äufseren Hindernissen, unvertilgbar fortbesteht? Und ist diese Bewegung nicht ebenso geschwind wie die des Schiffes?

Simpl. So weit ist alles in Ordnung. Was nun weiter?

Salv. Zieht daraus rechtzeitig selber den letzten Schlufs, wo Ihr doch selber alle Prämissen gekannt habt.

Simpl. Ihr versteht unter dem letzten Schlusse, dafs jener Stein, da ihm seine Bewegung unvertilgbar eingeprägt ist, diese nicht aufgeben, sondern dem Schiffe folgen und schliefslich an demselben Orte niederfallen wird wie beim ruhenden Schiffe. Auch ich meine, dafs das geschehen würde, wenn nicht äufsere Hindernisse einträten, welche die Bewegung des Steines nach dem Loslassen stören. Solcher Hindernisse sind aber zweie vorhanden: das eine besteht darin, dafs der

Körper aufser Stande ist, die Luft blofs durch seinen Impuls zu durchschneiden, da auf ihn die bewegende Kraft der Ruder nicht mehr wirkt, wie sie es that, während er als Teil des Schiffes auf dem Maste sich befand; das andere ist die neu hinzutretende Bewegung des Abwärtsfallens, die auch notwendig der anderen fortschreitenden Bewegung hinderlich sein mufs.

Salv. Was das Hemmnis der Luft anlangt, so stelle ich es nicht in Abrede; und wäre der fallende Körper von leichtem Stoff, etwa eine Feder oder eine Wollflocke, so würde die Verzögerung recht grofs sein, bei einem schweren Steine hingegen ist sie aufserordentlich gering. Ihr selbst habt noch eben gesagt, dafs die Kraft des stürmischsten Windes nicht genügt, um einen dicken Stein von der Stelle zu bringen, erwägt darnach, was die ruhende Luft gegen den Stein auszurichten vermag, wo dieser sich nicht geschwinder als das Fahrzeug gegen sie bewegt. Gleichwohl gebe ich Euch, wie gesagt, den kleinen Einflufs zu, welchen dieses Hindernis übt. Ebenso werdet Ihr mir zugeben, davon bin ich überzeugt, dafs, wenn die Luft sich mit derselben Schnelligkeit wie das Schiff und der Stein bewegte, der Einflufs dieses Hindernisses völlig schwinden würde. Was das andere, die hinzutretende Abwärtsbewegung, betrifft, so ist erstlich klar, dafs die beiden Bewegungen, nämlich die kreisförmige um den Mittelpunkt und die geradlinige gegen den Mittelpunkt nicht entgegengesetzt sind, noch sich gegenseitig aufheben, noch mit einander unverträglich sind. Denn was den bewegten Körper anlangt, so hat er keinerlei Widerstreben gegen besagte Bewegung; Ihr selbst habt ja gesagt, die Abneigung sei gegen die vom Centrum sich abwendende Bewegung gerichtet, Neigung hingegen zeige er für die zum Centrum hinführende Bewegung. Hieraus folgt mit Notwendigkeit, dafs der Körper für diejenige Bewegung, die keine Annäherung und keine Entfernung vom Mittelpunkte erzeugt, weder Abneigung noch Zuneigung hat, und dafs demnach kein Grund zur Verminderung des ihm eingeprägten Impulses vorliegt. Da nun nicht blofs eine bewegende Ursache vorhanden ist, welche infolge der neuen Einwirkung ermatten müfste, sondern zwei von einander verschiedene, deren eine, die Schwere, sich blofs damit beschäftigt, den Körper nach dem Centrum hinzuziehen, während die andere, die eingeprägte Bewegung, ihn um den Mittelpunkt zu führen bestrebt ist, so bleibt kein Anlafs zu einer Hemmung übrig.

Simpl. Euere Beweisführung ist wirklich dem Anscheine nach recht plausibel, in Wahrheit aber ist doch ein Haken dabei, von dem sie schwer zu befreien ist. Ihr habt durchweg bei Euerem Schlufsverfahren eine Voraussetzung gemacht, die Euch von der peripateti-

schen Schule nicht leicht zugegeben wird, da sie dem Aristoteles schnurstracks widerspricht.[42]) Ihr betrachtet es nämlich als notorisch und offenbar, dafs der geschleuderte Körper, losgelassen vom Schleudernden, seine Bewegung fortsetzt vermöge der ihm von dem Schleudernden selber eingeprägten Kraft. Diese eingeprägte Kraft aber ist in der peripatetischen Philosophie etwas ebenso Verpöntes wie die Übertragung eines Zustandes von einem Subjekt auf ein anderes. Jene Schule hält vielmehr daran fest, wie Euch bekannt sein wird, dafs der geschleuderte Körper von dem Medium getragen wird, welches in unserem Falle die Luft ist. Wenn daher der von der Mastspitze abgelassene Stein der Bewegung des Schiffes folgen sollte, so müfste man diese Thatsache auf die Luft zurückführen, nicht auf eine ihm eingeprägte Kraft. Ihr nehmt aber an, die Luft folge nicht der Bewegung des Schiffes, sondern sei ruhig. Überdies soll die Person, die ihn fallen läfst, ihn nicht schleudern, noch ihn vermöge des Armes einen Antrieb mitteilen, sondern einfach die Hand öffnen und ihn loslassen. So wird also der Stein weder infolge einer von der Hand des Werfenden mitgeteilten Kraft, noch infolge einer Mitwirkung der Luft der Bewegung des Schiffes folgen können, er wird also zurückbleiben müssen.

Der geschleuderte Körper wird nach Aristoteles nicht durch eingeprägte Kraft, sondern durch das Mittel bewegt.

Salv. Ich glaube Eueren Worten entnehmen zu müssen, dafs, wenn der Stein nicht von jemandes Arme geschleudert wird, seine Bewegung unter keinen Umständen ein Wurf sei.

Simpl. Man kann dann nicht von einer eigentlichen Wurfbewegung sprechen.

Salv. Demnach hat das, was Aristoteles von der Bewegung des Körpers und von der bewegenden Ursache des Geworfenen sagt, mit unserem Gegenstande nichts zu thun; und hat es nichts damit zu thun, warum führt Ihr es an?

Simpl. Ich führe es an anläfslich jener eingeprägten Kraft, die Ihr erwähnt und benutzt habt. Da diese aber in der Welt nicht existiert, so kann sie nichts wirken, denn *non entium nullae sunt operationes.*[43]) Man mufs daher nicht nur bei der Wurfbewegung, sondern bei jeder anderen nicht natürlichen die bewegende Ursache in dem Medium suchen. Darauf ist nicht die gebührende Rücksicht genommen und darum ist das bisher Vorgebrachte nicht beweiskräftig.

Salv. Wohl denn, es sei! Sagt mir jedoch: da Euer Einwand sich durchaus auf das Nichtvorhandensein einer eingeprägten Kraft gründet, werdet Ihr dann, wenn ich den Beweis erbringe, dafs nach dem Loslassen des geworfenen Körpers das Medium nichts mit der Fortsetzung der Bewegung zu thun hat, das Vorhandensein einer ein-

geprägten Kraft anerkennen oder werdet Ihr mit anderen Mitteln einen Feldzug zu ihrer Vernichtung unternehmen?

Simpl. Nach Beseitigung der Wirkung des Mediums sehe ich nichts, wozu man seine Zuflucht nehmen könnte, aufser zu der vom Werfenden eingeprägten Kraft.

Salv. Um soviel wie möglich ein endloses Hin- und Widerreden abzuschneiden, wird es gut sein, wenn Ihr möglichst deutlich auseinandersetzen wolltet, in welcher Weise das Medium die fortgesetzte Bewegung des geworfenen Körpers bewirkt.

Simpl. Der Werfende hat den Stein in der Hand, er bewegt mit einer gewissen Geschwindigkeit und Kraft den Arm. Dabei bewegt sich der Stein, aber ebenso sehr die benachbarte Luft, so dafs der Stein im Augenblicke, wo er von der Hand losgelassen wird, sich in der Luft befindet, die selbst schon in lebhafter Bewegung begriffen ist; von dieser wird er dann dahingetragen. Wirkte die Luft nicht, so würde der Stein dem Werfenden aus der Hand vor die Füfse fallen.

Wirksamkeit des Mittels bei der fortgesetzten Bewegung des geschleuderten Körpers.

Salv. Und Ihr seid so leichtgläubig gewesen, dafs Ihr Euch dergleichen Nichtigkeiten habt einreden lassen, während Ihr in Euch selbst Sinne hattet, um sie zu widerlegen und die wahre Sachlage zu begreifen? So sagt mir denn: wenn statt jenes grofsen Steines und jener Kanonenkugel, die, einfach auf den Tisch gelegt, trotz jedes noch so ungestümen Windes unbeweglich bleiben, wie Ihr vor kurzem versichert habt, eine Kugel von Kork oder eine ebenso grofse von Baumwolle dalägen, würde sie der Wind Euerer Ansicht nach von der Stelle bewegen?

Vielfache Versuche und Gründe gegen die von Aristoteles angenommene Ursache der Wurfbewegung.

Simpl. Gewifs, ich bin sogar überzeugt, dafs er sie fortführen würde und zwar um so schneller, je leichter der Stoff ist. Denn nur aus diesem Grunde sehen wir die Wolken mit einer Schnelligkeit dahinfliegen, die dem sie treibenden Winde gleichkommt.

Salv. Und was ist Wind?

Simpl. Unter Wind versteht man nichts anderes als bewegte Luft.

Salv. Die bewegte Luft trägt also ganz leichte Stoffe weit rascher und auf weit gröfsere Entfernungen hin, als sehr schwere?

Simpl. Gewifs.

Salv. Wenn Ihr aber mit dem Arme einmal einen Stein werfen sollt und sodann eine Flocke Baumwolle, was würde sich geschwinder und in gröfsere Ferne bewegen?

Simpl. Der Stein bei weitem, die Baumwolle würde mir geradezu vor die Füfse fallen.

Salv. Wenn aber die Bewegungsursache des geworfenen Körpers, nachdem die Hand ihn losgelassen, nur die vom Arme bewegte Luft

ist, und wenn diese besser leichte als schwere Stoffe bewegt, wie kommt es, dafs das Wurfgeschofs von Baumwolle nicht weiter und schneller fliegt als das von Stein? Es mufs doch im Steine noch etwas anderes sein, abgesehen von der Bewegung der Luft. Weiter denkt Euch von dem Balken dort zwei gleich lange Fäden herabhängen, am Ende des einen sei eine Bleikugel, am anderen eine aus Baumwolle befestigt. Angenommen man entfernte beide gleichweit aus der lotrechten Lage und überliefse sie sodann sich selbst, so würden sich beide unzweifelhaft gegen die lotrechte Lage hinbewegen, von dem eigenen Antrieb um eine gewisse Strecke darüber hinausgeführt werden und endlich in sie zurückkehren. Welches von beiden Pendeln aber würde nach Euerer Meinung sich länger bewegen, bevor es in die lotrechte Ruhelage zurückkehrt?

Simpl. Die Bleikugel wird tausendmal hin- und hergehen, die baumwollene zwei- oder dreimal höchstens.

Salv. Mithin erhält sich jener Antrieb, jene Beweglichkeit, was auch die Ursache davon sein mag, länger in schweren als in leichten Körpern. — Ich komme nun auf einen anderen Punkt und frage Euch: warum trägt jetzt die Luft nicht die Citrone dort auf dem Tische weg?

Simpl. Weil die Luft selbst sich nicht bewegt.

Salv. Der Werfende mufs also der Luft eine Bewegung mitteilen, vermöge deren nachher diese den geworfenen Körper bewegt. Wenn aber eine solche Kraft sich nicht einprägen läfst, da ein Zustand nicht von einem Subjekte auf ein anderes übergehen kann, wieso kann da ein Übergang vom Arme auf die Luft stattfinden? Ist die Luft etwa kein vom Arme verschiedenes Subjekt?

Simpl. Darauf läfst sich erwidern, dafs die Luft, weil innerhalb ihrer Region weder leicht noch schwer[14]), aufserordentlich geneigt ist, jeden Impuls aufzunehmen und ihn ferner zu bewahren.

Salv. Wenn uns aber die Pendel jetzt eben gezeigt haben, dafs der Körper, je weniger er der Schwere teilhaftig ist, in um so geringerem Mafse die Fähigkeit besitzt, seine Bewegung beizubehalten, wie soll da die Luft, welche innerhalb der Luft gar keine Schwere hat, ganz allein die empfangene Bewegung beibehalten? Ich bin der Ansicht und weifs, auch Ihr seid jetzt der Ansicht, dafs, wenn kaum der Arm stille hält, so auch die umgebende Luft sofort wieder ruhig wird. Lafst uns ins Zimmer gehen und schwenken wir ein Handtuch, um die Luft so viel wie möglich aufzurühren; sobald das Tuch dann ruhig ist, bringe man ein kleines angezündetes Kerzchen ins Zimmer oder lasse ein Blatt Flittergold fliegen. Ihr werdet dann an der ruhigen Bewegung des einen wie des anderen bemerken, wie die Luft sofort

wieder stille wird. Ich könnte Euch tausend derlei Versuche anführen, aber wem ein einziger nicht schon ausreicht, an dem wäre alle Mühe verschwendet.

Sagr. Wenn man einen Pfeil gegen den Wind abdrückt, wie unglaublich ist es, dafs jenes schmale Streifchen Luft, von der Sehne getrieben, durch dick und dünn den Pfeil begleitet! Aber auch ich möchte von Aristoteles über einen Umstand Aufklärung erhalten und bitte daher Signore Simplicio gütigst antworten zu wollen. Wenn mit demselben Bogen zwei Pfeile abgeschossen werden, einer in der gewöhnlichen Weise mit der Spitze nach vorne, der andere quer, indem man ihn nämlich der Länge nach auf die Sehne legt und aus dieser Lage abschiefst, dann möchte ich wissen, welcher von ihnen weiter fliegen wird. Habt die Gewogenheit mir zu antworten, wenn Euch auch vielleicht die Bitte ein bifschen lächerlich erscheint; nehmt es mir nicht übel, dafs ich so ungeschickt bin, und meine Spekulationen keinen höheren Aufschwung nehmen.

Simpl. Ich habe niemals einen Pfeil der Quere nach abschiefsen sehen; trotzdem glaube ich, dafs er in dieser verkehrten Lage noch nicht den zwanzigsten Teil so weit flöge als mit der Spitze nach vorn.

Sagr. Weil ich derselben Meinung gewesen bin, darum habe ich Anlafs genommen, an der Übereinstimmung der aristotelischen Ansicht mit der Erfahrung zu zweifeln. Wenn ich nämlich hier auf den Tisch zwei Pfeile lege in einem Augenblicke, wo ein kräftiger Wind geht, den einen längs der Windrichtung, den anderen quer dazu, so lehrt die Erfahrung, dafs der Wind diesen leicht davonträgt, jenen aber liegen lassen wird. Dasselbe, meine ich, müfste bei den zwei Bogenschüssen eintreten, wenn die Lehre des Aristoteles wahr wäre. Denn der querliegende Pfeil wird von einer grofsen Menge Luft getrieben, von einer so grofsen nämlich, als seiner Länge entspricht, während der andere nur einen Impuls empfängt von soviel Luft, wie dem ganz kleinen Querschnitte desselben entspricht. Ich kann mir nicht denken, woher diese Verschiedenheit rührt und möchte gerne die Ursache von Euch erfahren.

Simpl. Sie liegt auf der Hand, dünkt mich. Der mit der Spitze nach vorn abgeschossene Pfeil hat nämlich eine geringe Menge Luft zu durchdringen, der andere hingegen eine so grofse Menge zu durchschneiden, als seine ganze Länge beträgt.

Sagr. Die abgeschossenen Pfeile müssen also die Luft durchdringen? Ei, wenn die Luft sich mit ihnen bewegt, wenn sie es sogar ist, die sie dahin trägt, wie kann dann von einer Durchdringung die Rede sein? Seht Ihr nicht ein, dafs in diesem Falle der Pfeil

sich mit gröfserer Geschwindigkeit als die Luft bewegen müfste? Und wer teilt diese gröfsere Geschwindigkeit dem Pfeile mit? Wollt Ihr behaupten, die Luft gebe ihm eine gröfsere Geschwindigkeit, als sie selbst besitzt? Ihr seht also, Signore Simplicio, die Sache verläuft gerade umgekehrt, wie Aristoteles sagt: es ist ebenso falsch, das Medium als bewegende Ursache des geworfenen Körpers zu betrachten, wie es richtig ist, dafs dieses allein ihm hinderlich entgegentritt. Habt Ihr aber das begriffen, so werdet Ihr auch ohne Schwierigkeit begreifen, dafs, wenn die Luft sich wirklich bewegt, sie weit besser den Pfeil der Quere als der Länge nach fortträgt. Denn in jener Lage wird er von einer gröfseren, in dieser von einer ganz geringen Menge Luft getrieben. Schiefst man aber mit dem Bogen, in welchem Falle die Luft unbewegt bleibt, so erfährt der querliegende Pfeil, der auf viele Luft stöfst, einen bedeutenden Widerstand, der der Länge nach abgedrückte aber überwindet das Hindernis der ganz kleinen sich entgegensetzenden Luftmenge mit gröfster Leichtigkeit.

Das Medium bringt die Wurfbewegung nicht hervor, sondern hindert sie.

Salv. Wie viele Behauptungen im Aristoteles habe ich bemerkt — ich meine stets nur in seiner Naturphilosophie —, die nicht nur falsch sind, sondern dermafsen falsch, dafs ihr diametrales Gegenteil richtig ist, wie in diesem Falle! Um aber auf unseren Gegenstand zurückzukommen, so glaube ich, Signore Simplicio ist nunmehr überzeugt, dafs aus der Beobachtung des Steines, der immer an derselben Stelle niederfällt, sich nichts betreffs der Bewegung oder der Ruhe des Schiffes schliefsen läfst. Und wenn das Bisherige ihn noch nicht befriedigen sollte, so bleibt ihm noch das Mittel des Experimentes, welches ihn wohl völlig vergewissern wird. Bei dessen Ausführung würde er günstigsten Falls vielleicht ein Zurückbleiben des fallenden Körpers bemerken, sobald dieser aus einem sehr leichten Stoffe besteht und die Luft der Bewegung des Schiffes nicht folgt. Wenn sich aber die Luft mit gleicher Geschwindigkeit bewegt, so wird keine denkbare Verschiedenheit weder bei diesem noch bei irgend welchem anderen Versuche stattfinden, wie ich gleich auseinandersetzen werde. Wenn nun schon in diesem Falle keinerlei Verschiedenheit zu Tage tritt, was soll man erst bei dem von der Turmspitze fallenden Steine erwarten, wo die Kreisbewegung dem Steine nicht nachträglich und zufällig beigebracht wird, sondern ihm von Natur und für alle Ewigkeit zukommt, wo die Luft genau der Bewegung des Turmes und der Turm der des Erdballs folgt? Habt Ihr in dieser Sache noch eine Erwiderung vorzubringen, Signore Simplicio?

Simpl. Nur die eine, dafs ich die Bewegung der Erde bis jetzt noch nicht erwiesen sehe.

Salv. Ich habe auch gar nicht den Anspruch erhoben, sie beweisen zu wollen, sondern blofs zu zeigen, wieso aus dem Versuche, der von den Gegnern als Argument für die Unbewegtheit der Erde beigebracht wird, sich nichts entnehmen läfst, und das nämliche gedenke ich von den anderen Versuchen nachzuweisen.

Sagr. Bitte, Signore Salviati, vergönnt mir, bevor wir weiter gehen, dafs ich eine Schwierigkeit aufs Tapet bringe, die mir durch den Kopf ging, während Ihr mit solcher Geduld dem Signore Simplicio den Versuch mit dem Schiffe ins einzelne zergliedert habt.

Salv. Wir sind hier, um uns auszusprechen, und es ist gut, wenn jeder die Schwierigkeiten vorbringt, die ihm aufstofsen, denn das ist der Weg, welcher zur Erkenntnis der Wahrheit führt. Darum sprecht!

Merkwürdige Eigenschaft bei der Bewegung geworfener Körper.

Sagr. Wenn wirklich der Antrieb, mit welchem das Schiff sich bewegt, dem Steine unvertilgbar eingeprägt bleibt, nachdem er vom Maste des Schiffes sich entfernt hat, und wenn überdies wirklich diese Bewegung kein Hindernis bildet für die geradlinige nach unten gerichtete natürliche Bewegung des Steines, so mufs daraus eine wunderbare Folgewirkung in der Natur sich ergeben. Gesetzt, das Schiff stehe still und die Fallzeit eines Steines von der Mastspitze betrage zwei Pulsschläge. Es bewege sich sodann das Schiff, und man lasse von derselben Stelle aus wie vorher denselben Stein fallen; dieser wird aus den angegebenen Gründen gleichfalls eine Zeit von zwei Pulsschlägen gebrauchen, um unten anzulangen. Während dieser Zeit wird nun aber das Schiff etwa zwanzig Ellen zurückgelegt haben, so dafs die wahre Bahn des Steines eine schräge Linie von weit gröfserer Länge gewesen sein mufs als die frühere gerade und lotrechte Linie, deren Länge gleich der des Mastes ist. Gleichwohl wird die Kugel die eine wie die andere in derselben Zeit durchlaufen. Nun denke man sich weiter die Bewegung des Schiffes noch weit mehr beschleunigt, so dafs der Stein beim Fall eine schräge Linie von noch weit gröfserer Länge als die vorige wird zurücklegen müssen; mit einem Worte, mag die Geschwindigkeit des Schiffes wachsen, wie sie will, so werden die schrägen Bahnen des Steines immer länger und länger werden und dennoch wird er sie alle in Zeit von zwei Pulsschlägen zurücklegen. Wenn nun dementsprechend auf der Spitze eines Turmes eine horizontal gerichtete Feldschlange aufgestellt wäre und mit ihr wagrechte Schüsse abgegeben würden, d. h. solche, die der Horizontalebene parallel sind, mag das Geschütz dann stark oder schwach geladen sein, die Kugel also einmal tausend Ellen weit fliegen, ein andermal viertausend, sechstausend, zehntausend Ellen u. s. w., so würden alle diese Schüsse gleiche Zeiten beanspruchen und zwar dieselbe Zeit, welche die Kugel

gebrauchen würde, um von der Mündung des Geschützes bis zur Erde zu gelangen, wenn man sie einfach ohne anderen Impuls lotrecht fallen liefse. Nun scheint es eine merkwürdige Sache, dafs dieselbe kurze Zeit, die für den senkrechten Fall zur Erde aus einer Höhe von etwa hundert Ellen nötig ist, auch hinreicht, um die nämliche vom Pulver fortgeschleuderte Kugel bald vierhundert, bald tausend, bald viertausend, bald zehntausend Ellen weit zu treiben, so dafs die Kugel bei allen wagrechten Schüssen stets die gleiche Zeit in der Luft verweilt.

Salv. Diese Überlegung ist ihrer Neuheit wegen sehr schön, und wenn die Thatsache richtig ist, ist sie wunderbar; an ihrer Richtigkeit zweifele ich übrigens nicht. Wäre nicht das zufällige Hindernis der Luft vorhanden, und man liefse gleichzeitig mit dem Abfeuern der Kugel aus dem Geschütze eine weitere Kugel aus derselben Höhe hinunter fallen, so würden beide in demselben Augenblicke zur Erde gelangen, wie ich fest überzeugt bin, mag auch jene eine Strecke von zehntausend und diese blofs hundert Ellen zurückgelegt haben; vorausgesetzt, dafs die Erdoberfläche eben ist, zu welchem Behufe man der Sicherheit wegen auf irgend einem See schiefsen könnte. Das Hindernis, welches die Luft bereitet, würde allerdings die sehr rasche Schufsbewegung verzögern. — Nun aber lafst uns, wenn es Euch recht ist, zur Widerlegung der anderen Argumente schreiten, da Signore Simplicio, wie ich glaube, recht wohl die Nichtigkeit dieses ersten einsieht, welches von dem Verhalten der von oben nach unten fallenden Körper hergenommen ist.

Simpl. Ich fühle mich noch nicht frei von allen Bedenken. Vielleicht liegt die Schuld an mir, da ich keine so leichte und rasche Fassungsgabe habe wie Signore Sagredo. Wenn die Bewegung, die der Stein mit dem Schiffe gemein hatte, solange er auf dem Maste desselben sich befand, in ihm auch dann noch unvertilgbar fortbestehen müfste, nachdem er von dem Schiffe sich getrennt hat, so müfste meines Erachtens auch etwas Ähnliches eintreten, sobald man zu Pferde rasch dahin reitend eine Kugel aus der Hand fallen läfst. Sie müfste, zur Erde gefallen, ihre Bewegung fortsetzen und dem Laufe des Pferdes folgen, ohne hinter ihm zurückzubleiben. Ich glaube aber nicht, dafs sich dies beobachten läfst, es sei denn, der Reiter werfe die Kugel mit Gewalt in der Richtung der Bewegung. Sonst aber wird sie, glaube ich, auf der Erde liegen bleiben, wo sie niederfällt.

Salv. Ich glaube, Ihr täuscht Euch sehr. Ich bin sicher, dafs die Erfahrung Euch vom Gegenteile belehren wird, dafs die Kugel, auf der Erde angelangt, mit dem Pferde laufen und nur insoweit

hinter ihm zurückbleiben wird, als die Rauheit und Unebenheit des Weges ihr hinderlich ist. Der Grund scheint mir auch sehr klar. Denn wenn Ihr, ohne Euch zu bewegen, denselben Ball auf der Erde hinschöbet, würde er getrennt von Euerer Hand nicht auch die Bewegung fortsetzen? und zwar über eine um so gröfsere Strecke, je glatter die Oberfläche ist, so dafs er z. B. über das Eis sehr weit flöge?

Simpl. Das ist aufser Zweifel, wenn ich ihm einen Schwung mit dem Arme gebe. In unserem Falle aber ist vorausgesetzt, dafs der Reiter ihn blofs fallen läfst.

Salv. So soll es auch sein: wenn Ihr ihn aber mit dem Arme werft, was bleibt sonst an der Kugel, nachdem sie Euch einmal aus den Händen ist, als die von Euerem Arme mitgeteilte Bewegung? Diese bleibt in ihr bestehen und fährt fort sie vorwärts zu bringen. Was macht es nun aus, dafs dieser Schwung dem Ball von Euerem Arme und nicht vom Pferde mitgeteilt ist? Wenn Ihr reitet, bewegt sich nicht Euere Hand, und folglich auch der Ball, ebenso schnell wie das Pferd? Doch sicherlich. Ihr braucht also nur die Hand zu öffnen, so beginnt der Ball seine Bewegung mit einer Geschwindigkeit, die ihm allerdings nicht durch eine von Euch ausgehende Bewegung des Armes verliehen wird, sondern von der Bewegung des Pferdes selbst bedingt wird. Diese wird auf Euch übertragen, auf den Arm, auf die Hand und endlich auf den Ball. Ja noch mehr: wenn der Betreffende während des Reitens mit seinem Arme den Ball in der dem Ritt entgegengesetzten Richtung schleudert, so wird dieser, zur Erde gelangt, bisweilen, trotzdem er in entgegengesetztem Sinne geworfen war, dem Laufe des Pferdes folgen, bisweilen ruhig liegen bleiben und sich nur dann entgegengesetzt zur Reitrichtung bewegen, wenn die vom Arme empfangene Bewegung an Geschwindigkeit die des Reitens übertrifft. Es ist daher eine Albernheit, wenn manche Leute behaupten, man könne beim Reiten einen Speer in der Richtung des Reitens durch die Luft werfen, ihm mit dem Pferde folgen, ihn einholen und schliefslich wieder auffangen. Es ist eine Albernheit, sage ich, denn um zu bewirken, dafs der geworfene Körper einem wieder in die Hände fällt, mufs man ihn ganz in derselben Weise in die Höhe werfen, als stünde man stille. Denn mag das Tempo des Ritts noch so rasch sein, wenn es nur gleichmäfsig ist, so wird der geworfene Körper, wofern es sich nicht um einen ganz leichten Gegenstand handelt, stets in die Hand des Werfenden zurückkehren, wie hoch er auch geworfen worden sei.[45])

Verschiedene merkwürdige Probleme, die mit der Wurfbewegung zusammenhängen.

Sagr. Diese Theorie macht mir einige sehr merkwürdige Probleme begreiflich, welche sich auf eben diese Materie der Wurfbewegung beziehen. Das erste derselben wird dem Signore Simplicio

sehr seltsam vorkommen. Das Problem ist dieses. Ich behaupte, es kann jemand, der irgendwie sich schnell bewegt, eine Kugel einfach fallen lassen, so dafs sie, auf der Erde angelangt, nicht nur dem Betreffenden nachläuft, sondern ihn noch bedeutend überholt. Dieses Problem steht im Zusammenhange mit einem anderen. Es kann nämlich ein Körper, der von dem Werfenden auf eine horizontale Ebene geschleudert wird, sich neue Geschwindigkeit aneignen, die bedeutend gröfser ist als die von dem Werfenden ihm mitgeteilte. Diese Thatsache habe ich öfters mit Staunen beobachtet, wenn ich dem Spiele mit zusah, bei welchem man mit Rollscheiben wirft.[46]) Man sieht diese, einmal aus der Hand entlassen, mit einer gewissen Geschwindigkeit durch die Luft fliegen, welche nachher bei Ankunft auf der Erde sich sehr vergröfsert. Wenn sie dann bei ihrer rollenden Bewegung auf irgend welches Hindernis stofsen, das sie in die Höhe springen läfst, so beobachtet man, wie sie sich durch die Luft langsam bewegen; auf die Erde zurückgefallen, beginnen sie wieder mit gröfserer Geschwindigkeit zu laufen. Was aber noch erstaunlicher ist, ich habe auch beobachtet, dafs sie nicht nur stets schneller über die Erde als durch die Luft fliegen, sondern auch, dafs von zwei auf der Erde zurückgelegten Strecken bisweilen die Bewegung auf der zweiten rascher vor sich geht als auf der ersten. Was meint Ihr nun dazu, Signore Simplicio?

Simpl. Ich meine erstens, dafs ich niemals eine solche Beobachtung gemacht habe; zweitens meine ich, dafs ich nicht daran glaube; drittens endlich meine ich, dafs, wenn Ihr mich davon überzeugtet und mich das auf deduktivem Wege lehrtet, Ihr ein mächtiger Dämon wäret.

Sagr. Einer von den sokratischen Dämonen jedoch, nicht von denen der Hölle. Aber Ihr kommt immer wieder mit Euerem Lehren. Ich sage Euch, wenn jemand die Wahrheit nicht aus sich heraus erkennt, so ist es unmöglich, dafs ein anderer sie ihn erkennen läfst. Ich kann Euch wohl Dinge lehren, die weder falsch noch wahr sind: die wahren oder notwendigen Dinge aber, d. h. solche, welche unmöglich anders sein können, weifs jeder halbwegs Vernünftige entweder von selbst oder es ist unmöglich, dafs er sie jemals wisse;[47]) das ist auch, wie ich weifs, die Ansicht des Signore Salviati. Deshalb erkläre ich Euch, dafs die Ursache der vorliegenden Probleme von Euch zwar gewufst, aber vielleicht nicht beachtet worden ist.

Simpl. Lassen wir für jetzt diesen Streit und gestattet mir Euch zu erklären, dafs ich die Dinge, um welche es sich handelt, nicht verstehe und nichts von ihnen weifs. Richtet Euer Augenmerk nur darauf, mir die Probleme begreiflich zu machen.

Sagr. Dieses erste hängt mit folgendem anderen zusammen: woher kommt es nämlich, dafs, wenn man die Rollscheibe mittels eines Bindfadens fortschleudert, sie sehr viel weiter, also mit gröfserer Kraft fliegt, als wenn man sie mit der bloßen Hand schleudert?

Simpl. Auch Aristoteles wirft etliche Probleme auf, die sich auf so geschleuderte Körper beziehen.[48])

Salv. Ja, und zwar sehr geistreiche; besonders das eine, woher es rührt, dafs runde Scheiben besser laufen als viereckige.

Sagr. Traut Ihr Euch auch hiervon nicht zu, den Grund ohne fremde Belehrung anzugeben?

Simpl. Doch, doch. Aber lassen wir die Sticheleien.

Sagr. Ebenso gut wifst Ihr auch den Grund in unserem Falle. Sagt mir also: wifst Ihr, dafs wenn ein Ding sich bewegt und dann gehemmt wird, es stille steht?

Simpl. Das weifs ich, das Hemmnis mufs nur hinreichend grofs sein.

Sagr. Wifst Ihr, dafs dem Körper sich gröfsere Hindernisse in den Weg stellen, wenn er sich über die Erde, als wenn er sich durch die Luft zu bewegen hat, da die Erde rauh und hart, die Luft weich und nachgiebig ist?

Simpl. Gerade weil ich das weifs, weifs ich auch, dafs die Scheibe schneller durch die Luft als über die Erde fliegen wird; mit meinem Wissen steht es also gerade umgekehrt, wie Ihr meintet.

Sagr. Sachte, Signore Simplicio! Wifst Ihr, dafs die Teile eines Körpers, der sich um seinen Mittelpunkt bewegt, Bewegungen nach allen möglichen Richtungen ausführen, so dafs einige im Auf-, andere im Absteigen begriffen sind, einige vorwärts, andere rückwärts gehen?

Simpl. Ich weifs es und zwar hat Aristoteles mich das gelehrt.

Sagr. Wie hat er es Euch bewiesen? Sagt mir es, bitte.

Simpl. Mittels der sinnlichen Wahrnehmung.

Sagr. Aristoteles also hat Euch sehen lassen, was Ihr ohne ihn nicht gesehen hättet? Sollte er Euch vielleicht seine Augen geliehen haben? Ihr wolltet sagen, dafs Aristoteles es Euch mitgeteilt, Euch darauf aufmerksam gemacht, daran erinnert hat, nicht aber, dafs er es Euch gelehrt hat. Wenn also eine Rollscheibe, ohne ihren Ort zu verändern, sich um sich selber dreht, nicht parallel zum Horizonte, sondern senkrecht dazu, so steigen gewisse Teile von ihr in die Höhe, die gegenüberliegenden hinunter, die oberen bewegen sich in der einen, die unteren in der entgegengesetzten Richtung. Stellt Euch nun eine Scheibe vor, die ohne Ortsveränderung in der angegebenen Weise rotiert und die man sodann lotrecht zur Erde fallen läfst. Glaubt Ihr, dafs

sie auf der Erde angekommen, fortfahren wird, wie zuvor sich ohne Ortsveränderung um sich selber zu drehen?

Simpl. Nein.

Sagr. Sondern was wird sie thun?

Simpl. Sie wird rasch über die Erde hinlaufen.

Sagr. Und nach welcher Richtung?

Simpl. Nach derjenigen, nach welcher ihre Drehung gerichtet ist.

Sagr. Bei ihrer Drehung sind verschiedene Teile zu unterscheiden, die oberen nämlich, welche sich umgekehrt bewegen wie die unteren. Es ist daher anzugeben, welche Teile bestimmend für ihre Laufrichtung sind. Was nämlich die auf- und absteigenden betrifft, so werden diese einander nichts nachgeben und das Ganze wird sich weder nach unten bewegen infolge des Widerstandes der Erde, noch nach oben infolge der Schwere.

Simpl. Die Scheibe wird in der Richtung über die Erde rollen, nach welcher ihre oberen Teile sich zu bewegen streben.

Sagr. Und warum nicht dahin, wohin die entgegengesetzten streben, also die die Erde berührenden?

Simpl. Weil die auf der Erde befindlichen durch die Rauheit der Berührungsfläche, nämlich durch die Unebenheit der Erde selbst, behindert werden. Die oberen aber, welche in dünner, nachgiebiger Luft sich befinden, werden ganz wenig oder gar nicht behindert und darum wird die Scheibe sich in deren Richtung bewegen.

Sagr. Dadurch also, dafs die unteren Teile an der Erde gewissermafsen hängen bleiben, wird bewirkt, dafs sie ruhen und blofs die oberen vorwärts treiben.

Salv. Wenn daher die Scheibe auf Eis oder sonst auf eine sehr glatte Fläche fällt, so wird sie nicht so gut vorwärts laufen, sondern wird vielleicht ihre Drehung um sich selber fortsetzen, ohne eine neue fortschreitende Bewegung anzunehmen.

Sagr. Leicht möglich, dafs es so kommen würde; jedenfalls aber würde sie nicht so flott dahin rollen, wie wenn sie auf eine einigermafsen rauhe Oberfläche fiele. Sagt mir aber, Signore Simplicio, warum die Scheibe bei ihrer raschen Drehung um sich selber nicht schon während des Fallens in der Luft sich vorwärts bewegt, wie sie es nachher auf der Erde thut.

Simpl. Darum weil die Luft sie oben und unten umgiebt, so dafs weder die einen noch die anderen Teile irgendwo hängen bleiben könnten. Wenn aber kein Anlafs für die Scheibe vorliegt, sich eher nach vorne als nach hinten zu bewegen, fällt sie lotrecht hinunter.

Sagr. Es kann also die blofse Rotationsbewegung ohne sonstigen

Antrieb die Scheibe, wenn sie einmal zur Erde gelangt ist, rasch vorwärts treiben. Kommen wir nun auf das übrige zu sprechen. Jener Faden, den der Scheibenwerfer sich an den Arm bindet, um die Scheibe wickelt und mittels dessen er sie schleudert, welchen Einfluſs übt er dabei?

Simpl. Er zwingt die Scheibe an der Schnur abzulaufen und dadurch eine drehende Bewegung anzunehmen.

Sagr. Wenn also die Scheibe auf der Erde anlangt, trifft sie infolge des Fadens mit drehender Bewegung ein. Wohnt ihr selber also nicht eine Ursache inne, sich rascher über die Erde hinzubewegen, als es der Fall war, solange sie noch in der Luft verweilte?

Simpl. Ganz gewifs, denn durch die Luft hin trieb sie einzig und allein der vom Arm des Werfenden ausgehende Impuls, und wenn sie auch in Rotation begriffen war, so fördert sie diese, wie gesagt, in der Luft gar nicht. Wenn sie aber zur Erde gelangt, tritt zur Bewegung von seiten des Armes die Vorwärtsbewegung vermöge der Rotation, und dadurch verdoppelt sich die Geschwindigkeit. Ich begreife jetzt auch sehr wohl, dafs beim Springen der Scheibe ihre Geschwindigkeit sich verringert, weil ihr der fördernde Einfluſs der Drehung abgeht, und dafs beim Zurückfallen zur Erde diese von neuem sich geltend macht, die Scheibe infolge dessen wieder rascher als in der Luft sich bewegt. Es erübrigt mir nur noch zu verstehen, wieso sie bei dieser zweiten Bewegung über die Erde hin schneller fliegt als auf der ersten Strecke; sie würde sich dann ja mit beständiger Beschleunigung ins unendliche fort bewegen.

Sagr. Ich habe nicht unbedingt behauptet, dafs sie das zweite Mal sich schneller bewegt als das erste Mal, sondern nur, dafs sie bisweilen sich schneller bewegen kann.

Simpl. Das ist es eben, was ich nicht begreife und gerne verstehen möchte.

Sagr. Auch das wifst Ihr ganz von selbst. Sagt mir daher: wenn Ihr die Scheibe aus Euerer Hand fallen liefset, ohne dafs sie eine drehende Bewegung hätte, was würde beim Aufschlag auf die Erde erfolgen?

Simpl. Nichts, sie würde liegen bleiben.

Sagr. Könnte es nicht doch geschehen, dafs sie beim Aufschlagen sich in Bewegung setzte? Überlegt es Euch besser!

Simpl. Es sei denn, wir liefsen sie auf einen Stein mit abschüssiger Fläche fallen, wie die Kinder es mit den bleiernen Spielmarken[49]) machen. Wenn sie dann schief auf den geneigten Stein schlägt, erhält sie eine drehende Bewegung, infolge deren sie auf der

Erde eine fortschreitende Bewegung annehmen wird; sonst wüfste ich nicht, wieso sie umhin könnte, da liegen zu bleiben, wo sie aufschlägt.

Sagr. Hier habt Ihr also doch eine Möglichkeit, wie sie von neuem eine Rotation erlangen kann. Wenn also die Scheibe in die Höhe gesprungen ist und wieder hinunter fällt, warum sollte sie nicht hin und wieder auf eine schräg in der Bewegungsrichtung geneigte Fläche eines in der Erde steckenden Steines aufschlagen, durch diesen Stofs noch eine neue Rotation aufser derjenigen erlangen, welche sie durch das Ablaufen an der Schnur erhalten hat, ihre Geschwindigkeit verdoppeln und sich rascher bewegen als bei ihrem ersten Aufschlag auf die Erde?

Simpl. Jetzt begreife ich, dafs das leicht möglich ist. Ich überlege eben, dafs, wenn die Scheibe eine Drehung in der umgekehrten Richtung erhielte, sie beim Auftreffen auf die Erde das umgekehrte Verhalten zeigen würde. Die Rotationsbewegung würde nämlich die eigentliche Wurfbewegung verzögern.

Sagr. Verzögern und bisweilen gänzlich aufheben, wenn die Rotation rasch genug wäre. Daraus entspringt die Erklärung einer Erscheinung, die von besonders geschickten Schlagballspielern zu ihrem Vorteil benutzt wird.[50]) Sie täuschen nämlich den Gegner dadurch, dafs sie den Ball schneiden — das ist der Kunstausdruck dafür — d. h. ihn mit schräg gehaltener Pritsche zurückschlagen; dadurch erhält er eine zur Wurfrichtung entgegengesetzte Drehung um sich selber, und die Folge ist, dafs beim Aufschlag auf die Erde, wo sonst bei mangelnder Rotation ein Aufspringen nach dem Gegner stattfände und die übliche Zeit zum Zurückschlagen bliebe, der Ball jetzt wie tot auf die Erde aufklatscht oder doch bedeutend weniger zurückspringt als gewöhnlich und so keine Zeit zum Zurückschlagen läfst. Auf ähnlichen Ursachen beruht der Kunstgriff, den man bei dem Spiele anwenden sieht, wo es darauf ankommt, mit hölzernen Kugeln möglichst nahe an ein bestimmtes Mal zu treffen.[51]) Findet das Spiel auf einem steinigen, holperigen Wege statt, der auf tausend Weisen die Kugel ablenken könnte, statt sie zum Ziele zu geleiten, so rollen die Spieler, um allen Hindernissen zu entgehen, nicht etwa den Ball über die Erde hin, sondern werfen ihn sogleich durch die Luft, wie wenn sie eine flache Scheibe zu schleudern hätten. Da aber beim Wurf die Kugel mit einer gewissen durch die Finger hervorgebrachten Rotation die Hand verläfst, sobald diese, wie es gewöhnlich geschieht, die Kugel von unten fafst, so würde sie beim Aufschlag auf die Erde in der Nähe des Males sehr weit vorwärtslaufen infolge der doppelten Bewegung des Wurfes und der Rotation. Um nun zu bewirken, dafs

sie einhält, umklammern sie die Kugel geschickt, indem sie die Hand oben, die Kugel unten halten, welch letztere von den Fingern beim Wegschleudern die entgegengesetzte Rotation erhält. Infolgedessen bleibt sie beim Aufschlag in der Nähe des Zieles liegen oder läuft nur wenig weiter. — Um aber zu dem Hauptproblem zurückzukehren, welches Anlafs gegeben hat dieses zweite aufzuwerfen, so behaupte ich, dafs möglicherweise jemand, der aufs schnellste sich bewegt, eine Kugel aus den Händen fallen lassen kann, die, auf der Erde angelangt, nicht nur der Bewegung des Betreffenden folgt, sondern sogar sich schneller bewegt als dieser und ihn überholt. Um eine solche Erscheinung zu beobachten, denken wir uns eine in Fahrt begriffene Kutsche, an deren Aufsenseite ein schräges Brett befestigt sei, der untere Teil desselben nach den Pferden, der obere nach den Hinterrädern zu gerichtet. Wenn nun jemand, der im Wagen sitzt, bei raschester Fahrt eine Kugel längs des geneigten Brettes hinabfallen läfst, so wird sie beim Hinunterrollen in Drehung um sich selber versetzt werden. Diese kommt zu der durch den Wagen eingeprägten Bewegung hinzu und dadurch wird die Kugel sehr viel rascher über die Erde dahin getragen werden als die Kutsche. Bringt man noch ein weiteres, in umgekehrter Richtung geneigtes Bret an, so kann man die Bewegung des Wagens derart abstufen, dafs der Ball, nachdem er das Bret zu Ende gelaufen, bei Ankunft auf der Erde unbeweglich liegen bleibt oder auch bisweilen in umgekehrter Richtung wie der Wagen läuft. — Doch gar zu weit sind wir von unserem Gegenstande abgekommen, und wenn Signore Simplicio die Widerlegung des ersten Argumentes gegen die Erdbewegung für genügend erachtet, so können wir zu den anderen übergehen.

Salv. Die bisherigen Abschweifungen entfernen sich von dem abzuhandelnden Stoffe nicht so weit, dafs man sie völlig abseits liegend nennen könnte. Überdies hängt der Gang unserer Erörterungen von all den Einfällen ab, die nicht blofs einem, sondern die drei Leuten durch den Sinn fahren, Leuten, welche obendrein zu ihrem Vergnügen disputieren und nicht in dem Grade an jene Beschränkung gebunden sind, wie jemand, der eine Materie als Fachmann methodisch behandeln wollte mit der Absicht, seine Untersuchungen zu veröffentlichen. Unser Gedicht braucht sich nicht so strikte an die Regel von der Einheit der Handlung zu halten, dafs nicht auch Spielraum für Episoden bliebe. Zu ihrer Einführung wird jeder kleine Anhaltspunkt dienen dürfen, und so sei es mir gestattet, gleich als ob wir uns versammelt hätten, um uns Märchen zu erzählen, jedes vorzubringen, das mir beim Anhören des Eurigen einfällt.

Sagr. Das ist mir ungemein lieb, und da wir uns denn auf eine solche Ausführlichkeit eingelassen haben, so erlaube ich mir, bevor wir weiter gehen, Euch, Signore Salviati, zu fragen, ob Ihr jemals darüber nachdachtet, welche Vorstellung man von der Bahn eines schweren Körpers sich zu bilden habe, wenn er von der Turmspitze in natürlichem Falle sich abwärts bewegt. Wenn Ihr darüber Untersuchungen angestellt habt, sagt mir, bitte, Euere Meinung.

Salv. Ich habe bisweilen darüber nachgedacht und zweifle nicht im geringsten, dafs, wenn man erst die Bewegungsart sicher ermittelt hätte, vermöge deren der schwere Körper sich abwärts nach dem Mittelpunkte des Erdballs hinbewegt, man nur diese mit der gemeinsamen Kreisbewegung der täglichen Umdrehung zu vermischen hätte, um genau die Art von Linie zu finden, welche der Schwerpunkt des Körpers bei der Zusammensetzung zweier derartiger Bewegungen beschreiben würde.

Sagr. Was die einfache, von der Schwere hervorgerufene Bewegung nach dem Mittelpunkte hin betrifft, so darf man meiner Meinung nach unbedingt und unfehlbar annehmen, sie sei geradlinig, ganz wie es im Falle der Unbewegtheit der Erde sein würde.

Salv. So weit ist die Sache nicht nur vermutungsweise richtig, sondern die Erfahrung vergewissert uns davon aufs bestimmteste.

Sagr. Wie kann uns darüber die Erfahrung vergewissern, wo wir doch stets nur das Resultat der Zusammensetzung der beiden Bewegungen sehen, der kreisförmigen und der abwärts gerichteten?

Salv. Im Gegenteile, Signore Sagredo, wir sehen einzig und allein die einfache Abwärtsbewegung, die zweite kreisförmige gehört ja gemeinsam der Erde, dem Turm und uns an, gelangt also nicht zur Wahrnehmung und ist so gut wie nicht vorhanden. Einzig und allein diejenige Bewegung des Steines, welche wir nicht mitmachen, ist für uns bemerkbar. Dafs diese aber in gerader Linie vor sich geht, lehrt uns die sinnliche Wahrnehmung, denn der Stein fällt stets parallel zu eben jenem Turme, und letzterer ist geradlinig und lotrecht zur Erdoberfläche gebaut.

Sagr. Ihr habt Recht, es war sehr ungeschickt von mir, auf eine so einfache Sache nicht zu kommen. Wenn nun aber diese Thatsache allbekannt ist, was vermifst Ihr sonst noch, das zur Ergründung der Natur jener Bewegung nach unten zu wissen notwendig wäre?

Salv. Es genügt nicht einzusehen, dafs sie geradlinig ist, man mufs auch noch wissen, ob sie gleichförmig ist oder ungleichförmig, d. h. ob immer die nämliche Geschwindigkeit beibehalten wird, oder ob eine Verzögerung oder Beschleunigung stattfindet.

Sagr. Es ist doch aber klar, dafs die Bewegung sich fortwährend beschleunigt.

Salv. Aber auch das reicht noch nicht hin. Man müfste auch wissen, in welchem Verhältnis diese Beschleunigung stattfindet, eine Aufgabe, die bis jetzt meines Wissens von keinem Philosophen oder Mathematiker gelöst worden ist, obgleich Philosophen, und insbesondere peripatetische, ganze Bände und umfangreiche Abhandlungen über die Bewegung geschrieben haben.

Simpl. Die Philosophen beschäftigen sich wesentlich mit dem Universellen; sie ermitteln die Definitionen und die allgemeinsten Kriterien, im einzelnen aber überlassen sie die nötigen Kunstgriffe und Nebendinge, welche dann nur mehr Kuriositäten sind, den Mathematikern. Aristoteles hat sich begnügt, vortrefflich zu definieren, was im allgemeinen Bewegung ist, die Haupteigenschaften der Ortsbewegung nachzuweisen, dafs es nämlich eine natürliche und gewaltsame, eine einfache und zusammengesetzte, eine gleichmäfsige und beschleunigte Bewegung giebt. Bei der beschleunigten hat er sich begnügt, den Grund der Beschleunigung nachzuweisen, überläfst hingegen die Erforschung des Verhältnisses gedachter Beschleunigung und anderer Einzelfragen dem Mechaniker oder sonst einem untergeordneten Techniker.

Sagr. Ganz wohl, mein lieber Signore Simplicio. Ihr aber, Signore Salviati, der Ihr bisweilen von dem Throne peripatetischer Majestät herniedersteigt, habt Ihr Euch jemals zum Spafse mit der Erforschung dieses Verhältnisses der Beschleunigung beim Falle der schweren Körper beschäftigt?

Salv. Ich habe darüber nicht nachzudenken brauchen, insofern unser gemeinsamer Freund, der Akademiker, mir bereits eine von ihm verfafste Abhandlung über die Bewegung gezeigt hat, worin diese Frage nebst vielen anderen gelöst wird.[52]) Wir würden indessen zu weit abschweifen müssen, wenn wir darum die gegenwärtige Erörterung, die selbst nur eine Abschweifung ist, unterbrechen und, wie man zu sagen pflegt, eine Komödie in der Komödie aufführen wollten.

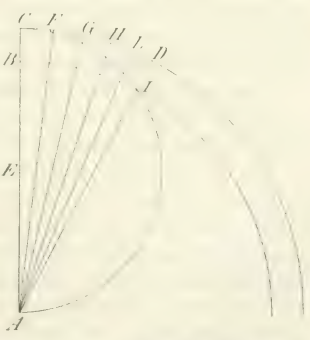
Sagr. Ich will Euch vorläufig von dem Berichte darüber entbinden, unter der Bedingung jedoch, dafs dies zu den Gegenständen gehört, die nebst anderen in einer besonderen Sitzung einer Prüfung vorbehalten werden, denn ich bin aufs höchste begierig davon Kenntnis zu erlangen. Inzwischen kehren wir zurück zu der Linie, welche von dem schweren Körper bei seinem Falle von der Turmspitze herab bis zum Fufse beschrieben wird.

Salv. Wenn die gerade Bewegung nach dem Mittelpunkte der

Erde gleichförmig wäre, so würde wegen der ebenfalls gleichförmigen Kreisbewegung nach Osten sich aus beiden eine Bewegung längs einer jener Spiralen zusammensetzen, wie sie Archimedes in seinem Buche über die Spiralen definiert.[53]) Eine solche entsteht, wenn ein Punkt sich gleichförmig längs einer Geraden bewegt, während diese sich ihrerseits im Kreise um einen festen Endpunkt als Rotationscentrum dreht. Da aber die geradlinige Bewegung des fallenden schweren Körpers eine beständige Beschleunigung erfährt, so mufs notwendig die der zusammengesetzten Bewegung entsprechende Linie sich allmählich in immer wachsendem Verhältnis vom Umfange desjenigen Kreises entfernen, welchen der Schwerpunkt des Steines beschrieben hätte, wenn er stets auf dem Turme geblieben wäre. Und zwar mufs anfangs die Abweichung von demselben klein, sehr klein, ja ganz winzig sein; denn der sich abwärts bewegende Körper geht vom Zustande der Ruhe aus, insofern er zuerst jeglicher Abwärtsbewegung ermangelt; später geht er zur geradlinigen Bewegung nach unten über und mufs also notwendig alle Stufen der Langsamkeit durchmachen, welche zwischen der Ruhe und irgend welcher bestimmten Geschwindigkeit enthalten sind; solcher Stufen giebt es unendlich viele, wie schon des längeren erörtert und bewiesen wurde.

Die von dem frei fallenden Körper beschriebene Linie würde unter Voraussetzung der Drehung der Erde um ihren eigenen Mittelpunkt wahrscheinlich eine Kreisperipherie sein.

Wenn also feststeht, dafs die Beschleunigung in dieser Weise ihren Fortgang nimmt, und es überdies richtig ist, dafs der fallende schwere Körper im Mittelpunkte der Erde anlangen wird[54]), so mufs die der zusammengesetzten Bewegung entsprechende Linie folgendermafsen beschaffen sein: sie wird sich zwar in immer wachsendem Verhältnis von der Turmspitze oder, besser gesagt, von der Kreisperipherie entfernen, welche die Turmspitze infolge der Erdumdrehung beschreibt; aber diese Entfernungen werden kleiner und kleiner bis ins Unendliche, je weniger sich der Körper von seinem Ausgangspunkte, in welchem er ruhte, entfernt hat. Überdies mufs genannte, der zusammengesetzten Bewegung entsprechende Linie im Mittelpunkt der Erde endigen. Unter diesen beiden Voraussetzungen habe ich nunmehr um den Mittelpunkt A mit dem Radius AB den Kreis BI beschrieben, der mir den Erdball vorstellen soll. Ich habe den Radius AB nach C verlängert und die Höhe BC des Turmes markiert.



Dieser wird von der Erde auf der Peripherie BI dahin getragen und seine Spitze beschreibt den Bogen CD. Halbiert man jetzt die Linie CA im Punkte E und beschreibt um diesen mit dem Halbmesser EC den Halbkreis CIA, so meine ich nun, man darf es als sehr wahrscheinlich bezeichnen, dafs ein Stein, der von der Spitze C des Turmes herabfällt, also gleichzeitig behaftet ist mit der allgemeinen kreisförmigen und mit seiner eigenen geradlinigen Bewegung, eben diesen Halbkreis CIA zurücklegt. Denn teilt man auf der Peripherie CD einige gleiche Theile ab: CF, FG, GH, HL und zieht von den Punkten F, G, H, L nach dem Centrum A gerade Linien, so werden uns die zwischen beiden Peripherien CD und BI gelegenen Stücke der Linien stets denselben Turm CB darstellen, der von dem Erdball nach DI fortgeführt wird. Auf diesen Linien stellen die Schnittpunkte mit dem Halbkreis CI den jeweiligen Ort des fallenden Steines dar. Diese Punkte entfernen sich in stets wachsendem Verhältnis von der Turmspitze, und dieser Umstand ist es eben, der bewirkt, dafs die geradlinige Bewegung längs des Turmes uns mehr und mehr beschleunigt erscheint. Es erklärt sich jetzt auch, wieso infolge der unendlichen Kleinheit des Berührungswinkels der beiden Kreise DC und CI die Entfernung des fallenden Körpers von der Peripherie CFD, also von der Turmspitze, zu Anfang aufserordentlich klein ist. Dies läuft auf dasselbe hinaus, wie wenn man sagt, die Abwärtsbewegung sei bei zunehmender Nähe gegen den Punkt C hin, d. h. bei Annäherung an den Ruhezustand, aufserordentlich langsam und ins Unendliche verzögert. Endlich begreift es sich, wie zuletzt die Bewegung im Erdmittelpunkte A enden würde.

Sagr. Ich verstehe das alles aufs beste und kann nicht anders glauben, als dafs der Schwerpunkt des fallenden Körpers eine ähnliche Linie beschreibt.

Salv. Sachte doch, Signore Sagredo! Ich habe Euch noch drei artige Einfälle von mir mitzuteilen, die Euch vielleicht nicht übel behagen. Wenn wir nämlich die Sache recht bedenken, so vollzieht erstens der Körper in Wahrheit nichts anderes als eine einfache Kreisbewegung, gerade wie er eine solche ausführte, als er auf dem Turme ruhte. Der zweite Einfall ist noch hübscher, der Körper bewegt sich nämlich durchaus nicht mehr noch weniger, als wenn er auf dem Turme geblieben wäre. Denn die Bogen CF, FG, GH u. s. w., welche er auf dem Turme zurückgelegt haben würde, sind genau gleich den entsprechenden Bogen des Kreises CI unter CF, FG, GH u. s. w. Daraus folgt drittens die merkwürdige Thatsache, dafs die wahre und wirkliche Bewegung des Steines durchaus nicht beschleunigt ist,

Ein von der Turmspitze herabfallender Körper bewegt sich längs einer Kreisperipherie.

Er bewegt sich nicht mehr noch weniger, als wenn er oben geblieben wäre.

Er bewegt sich gleichförmig, nicht beschleunigt.

sondern stets gleichmäfsig und einförmig, da alle gleichen auf dem Kreise CD angegebenen Bogen und die entsprechenden auf dem Kreise CI bemerkten in gleichen Zeiten zurückgelegt werden. Auf diese Weise sind wir der Aufsuchung neuer Ursachen für die Beschleunigung oder für andere Bewegungsarten überhoben. Der Körper bewegt sich nämlich, mag er nun auf dem Turme bleiben oder von ihm hinunterfallen, stets in gleicher Weise kreisförmig mit derselben Geschwindigkeit und derselben Gleichmäfsigkeit. Sagt mir nun, was Ihr von dieser meiner Grille haltet.

Sagr. Ich erkläre Euch, dafs ich mit Worten nicht genugsam ausdrücken kann, wie wundervoll sie mir erscheint. Soweit ich augenblicklich beurteilen kann, glaube ich nicht, dafs die Sache anders zugeht. Wollte Gott, alle philosophischen Beweise hätten halb so viel Wahrscheinlichkeit für sich wie dieser! Zu meiner völligen Befriedigung möchte ich nur noch den Beweis dafür hören, dafs jene Bogen gleich sind.

Salv. Der Beweis ist sehr leicht. Denkt Euch die Linie IE gezogen; da nun der Halbmesser des Kreises CD, nämlich die Linie CA, doppelt so grofs ist als der Halbmesser CE des Kreises CI, so mufs der Umfang auch doppelt so grofs sein als der Umfang des anderen, und ebenso jeder Bogen des gröfseren Kreises doppelt so grofs als ein ähnlicher Bogen des kleineren, folglich mufs die Hälfte des Bogens des gröfseren Kreises gleich dem Bogen des kleineren Kreises sein. Weil nun der Centriwinkel CEI am Mittelpunkte E des kleineren Kreises, welcher auf dem Bogen CI steht, das Doppelte beträgt von dem Winkel CAD am Mittelpunkte des gröfseren Kreises, der auf dem Bogen CD steht, so ist demnach der Bogen CD die Hälfte eines dem Bogen CI ähnlichen Bogens im gröfseren Kreise, und darum sind die Bogen CD und CI gleich. In derselben Weise läfst sich der Beweis für beliebige Teile erbringen. — Dafs aber die Sache betreffs der Fallbewegung der schweren Körper genau so von statten geht, will ich vorläufig nicht als sicher hinstellen; wohl aber behaupte ich, dafs, wenn die von dem fallenden Körper beschriebene Linie nicht genau diese ist, sie ihr doch aufserordentlich nahe kommt.

Sagr. Ich aber überlege mir eben eine andere sehr merkwürdige Sache, Signore Salviati. Bestehen nämlich die Betrachtungen zu Recht, so wird die geradlinige Bewegung überhaupt zu Wasser und die Natur bedient sich ihrer niemals, da auch diejenige Aufgabe, die ihr anfangs zugestanden wurde, nämlich die Teile der Hauptweltkörper an ihre Stelle zurückzubringen, sobald sie von ihrem Ganzen losgelöst sind und also in verkehrter Anordnung sich befinden, ihr genommen und ebenfalls der Kreisbewegung zugewiesen worden ist.

Geradlinige Bewegung scheint in der Natur gänzlich ausgeschlossen zu sein.

Salv. Dies würde sich mit Notwendigkeit ergeben, wenn bewiesen wäre, dafs der Erdball sich kreisförmig bewegt; dafs dieser Beweis erbracht sei, behaupte ich aber nicht. Wir haben bis jetzt nur erwogen und werden fernerhin nur erwägen, welche Beweiskraft die Gründe haben, die von den Philosophen zur Erhärtung der Unbeweglichkeit der Erde angeführt worden sind. Gegen diesen ersten von dem lotrechten Fall der schweren Körper hergenommenen lassen sich die Einwände erheben, die Ihr vernommen habt. Ich weifs nicht, welche Tragweite Signore Simplicio diesen beimifst; ehe wir darum zu der Prüfung der anderen Argumente übergehen, würde es gut sein, wenn er etwaige Gegenbemerkungen vorbrächte.

Simpl. Was dieses erste Argument betrifft, so gestehe ich in der That, allerhand Subtilitäten gehört zu haben, an die ich nicht gedacht hatte. Da sie mir neu sind, so kann ich unmöglich die passenden Erwiderungen so aus dem Ärmel schütteln. Indessen betrachte ich den lotrechten Fall nicht als einen der schlagendsten Gründe für die Unbeweglichkeit der Erde. Hingegen weifs ich nicht, wie man sich mit den Kanonenschüssen abfinden soll, besonders mit denen, welche der täglichen Bewegung entgegen gerichtet sind.

Sagr. Ich möchte, das Fliegen der Vögel stünde mir nicht mehr im Wege, als mir die Kanonen und alle anderen oben angeführten Versuche Schwierigkeiten machen. Diese Vögel aber, die nach Belieben vor- und rückwärts fliegen und tausenderlei Schwenkungen ausführen, und, was noch mehr heifsen will, ganze Stunden lang in der Luft schweben, diese, sage ich, machen mir den Kopf etwas wirre, und ich begreife nicht, wieso sie nicht bei den mannigfachen Schnörkeln die Bewegung der Erde verfehlen und wieso sie mit einer so grofsen Geschwindigkeit Schritt halten können, die ihren Flug bisweilen störend, bisweilen fördernd beeinflussen müfste.

Salv. Euer Zweifel ist in der That nicht unbegründet und vielleicht konnte Kopernikus selbst keine ihn völlig befriedigende Lösung finden. Aus diesem Grunde mag er davon geschwiegen haben, wiewohl er auch bei Prüfung der übrigen Gegengründe sehr knapp war: ich glaube, weil er zu grofs dachte, weil er bedeutenderen und höheren Betrachtungen nachhing, gleichwie der Löwe sich kaum rührt, wenn ein Hündchen ihm durch Bellen lästig wird. Wir wollen deswegen den Einwand betreffs der Vögel bis zuletzt aufsparen und inzwischen Signore Simplicio hinsichtlich der anderen zufrieden zu stellen suchen, indem wir ihm auf die übliche Weise zeigen, dafs er selbst die Lösung in Händen hat, wenn er es auch nicht bemerkt. Wir machen den Anfang mit den Schüssen ins Blaue, die mit dem-

selben Geschütz, Pulver und Geschofs einmal nach Osten, ein anderes Mal nach Westen abgegeben werden. Sagt mir, welcher Grund es ist, der Euch veranlafst zu glauben, dafs der Schufs nach Westen — sobald man die tägliche Umdrehung dem Erdball zuschreibt — sehr viel länger ausfallen müfste, als der nach Osten.

Simpl. Ich fühle mich zu dieser Meinung bewogen, weil das Geschütz bei dem Schufs nach Osten der Kugel auf dem Fufse folgt, nachdem diese dasselbe verlassen hat. Denn es wird von der Erde getragen und bewegt sich demnach ebenso schnell und in eben derselben Richtung wie diese, so dafs das Niederfallen der Kugel auf die Erde nicht sehr weit von der Kanone erfolgt. Bei dem westlichen Schusse hingegen hat sich die Kanone vor dem Aufschlag der Kugel weit gegen Osten zurückgezogen, so dafs der Zwischenraum zwischen Kugel und Geschütz, d. h. die Schufsweite länger als im vorigen Falle erscheinen wird und zwar um so viel länger, als der Weg des Geschützes oder der Erde während derjenigen Zeit beträgt, wo beide Kugeln in der Luft verweilten. Warum scheinbar der Kanonenschufs nach Westen länger ausfallen mufs als der nach Osten.

Salv. Es wäre mir lieb, wenn wir irgend welchen Versuch ausfindig machen könnten, der der Bewegung dieser Geschosse entspricht, ähnlich wie der Versuch mit dem Schiffe ein Gegenstück zu der Abwärtsbewegung der fallenden Körper war. Ich überlege mir eben die Art und Weise.

Sagr. Meiner Meinung nach wäre es ein ganz angemessener Versuch, wenn man einen offenen Wagen nähme, darin eine grofse Bolzenarmbrust anbrächte und zwar in halber Elevation, damit die Schufsweite möglichst grofs werde[55]), und sodann, während die Pferde laufen, einmal in der Fahrtrichtung und einmal nach der entgegengesetzten Seite schösse. Dabei müfste man aufs genaueste bemerken, an welcher Stelle sowohl bei dem einen wie bei dem anderen Schusse sich der Wagen befindet in dem Zeitpunkte, wo der Bolzen auf die Erde schlägt; denn so wird man genau ermitteln können, um wie viel weiter der eine als der andere ausfällt. Versuch mit einem fahrenden Wagen behufs Beobachtung der Verschiedenheit der Schüsse.

Simpl. Dieser Versuch scheint mir sehr angemessen, und ich zweifle nicht, dafs die Schufsweite, d. h. die Strecke zwischen dem Pfeile und der Stelle, wo der Wagen im Augenblicke des Niederfallens des Pfeiles sich befindet, sehr viel kleiner sein wird, wenn man in der Fahrtrichtung des Wagens schiefst, als im entgegengesetzten Falle. Die Schufsweite an und für sich möge z. B. dreihundert Ellen betragen, die Fahrstrecke des Wagens während der Zeit, wo der Bolzen sich in der Luft befand, sei hundert Ellen lang. Schiefst man demnach in der Richtung der Fahrt, so legt der Wagen von den dreihundert Ellen des Schusses hundert Ellen zurück, und beim Auf-

schlagen des Bolzens auf die Erde beträgt mithin der Zwischenraum zwischen ihm und dem Wagen blofs zweihundert Ellen. Bei dem zweiten Schusse hingegen, wo der Wagen in entgegengesetzter Richtung fährt wie der Bolzen, wird die Strecke zwischen dem Bolzen, der seine dreihundert Ellen, und dem Wagen, der seinerseits noch weitere hundert Ellen in entgegengesetzter Richtung zurückgelegt hat, sich vierhundert Ellen lang herausstellen.

Salv. Gäbe es irgend welches Mittel, um diese Schüsse doch gleich lang ausfallen zu lassen?

Simpl. Ich wüfste kein anderes, als dafs man den Wagen stille stehen liefse.

Salv. Das versteht sich; ich meine aber, wenn man den Wagen in vollem Laufe fahren läfst.

Simpl. Es sei denn, man spannte den Bogen stärker beim Schufs in der Fahrtrichtung und lockerte ihn, wenn man in der entgegengesetzten schiefst.

Salv. Ihr seht also, dafs es doch noch ein anderes Mittel giebt. Aber um wieviel stärker müfste man ihn spannen und um wieviel ihn nachher lockern?

Simpl. In unserem Falle, wo wir vorausgesetzt haben, dafs der Bogen dreihundert Ellen weit schiefst, müfste man ihn bei dem Schufs in Richtung der Fahrt derart spannen, dafs er nun vierhundert Ellen weit, bei dem zweiten derart lockern, dafs er nur noch zweihundert Ellen weit schiefst. Denn dann würde in beiden Fällen die Schufsweite in Bezug auf den Wagen dreihundert Ellen betragen. Dieser würde nämlich infolge seiner Vorwärtsbewegung im Betrag von hundert Ellen, die von dem vierhundert Ellen langen Schufs abzuziehen, hingegen zu dem zweihundert Ellen langen hinzuzuzählen ist, beide Schüsse auf den Betrag von dreihundert Ellen bringen.

Salv. Welche Wirkung auf den Pfeil aber übt die gröfsere oder geringere Spannung des Bogens?

Simpl. Der straff gespannte Bogen treibt ihn mit gröfserer Geschwindigkeit, der lose mit geringerer. Derselbe Pfeil aber fliegt das eine Mal soviel weiter als das andere Mal, wie die Geschwindigkeit, mit der er den Hahn verläfst, in dem einen Falle gröfser ist als im anderen.

Salv. Um also zu bewirken, dafs der Pfeil sowohl in der einen als in der anderen Richtung sich gleich weit von dem fahrenden Wagen entferne, mufs bei den gemachten Annahmen der erste Schufs eine Anfangsgeschwindigkeit z. B. von vier Grad besitzen, der zweite blofs von zwei Grad. Solange man aber denselben Bogen

anwendet, erteilt er dem Schusse stets eine Anfangsgeschwindigkeit von vier Grad.

Simpl. So ist es; und wenn man also mit demselben Bogen schiefst, so können die Schüsse bei fahrendem Wagen unmöglich gleich ausfallen.

Salv. Ich hatte noch vergessen zu fragen, mit welcher Geschwindigkeit bei diesem speciellen Versuch der Wagen sich bewegen soll.

Simpl. Wir müssen annehmen, die Geschwindigkeit betrage einen Grad im Vergleich zu der vom Bogen mitgeteilten, welche drei beträgt.

Salv. Ja, ja; so stimmt die Rechnung. Doch sagt mir, wenn der Wagen fährt, bewegen sich nicht auch mit der nämlichen Geschwindigkeit alle im Wagen befindlichen Dinge?

Simpl. Zweifelsohne.

Salv. Also sowohl der Bolzen, wie der Bogen und die Sehne, auf welche er gespannt ist.

Simpl. So ist es.

Salv. Wenn man also den Bolzen in Richtung des Wagens abdrückt, so prägt der Bogen seine Geschwindigkeit von drei Grad einem Bolzen ein, der bereits eine solche von einem Grad besitzt, da ihn ja der Wagen nach jener Richtung mit dieser Geschwindigkeit dahinträgt; er besitzt also beim Verlassen des Hahnes vier Grad Geschwindigkeit. Schiefst man hingegen in der anderen Richtung, so erteilt der nämliche Bogen die nämlichen drei Grad Geschwindigkeit einem Bolzen, welcher einen Grad Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung besitzt, so dafs ihm beim Verlassen der Sehne nur zwei Grad Geschwindigkeit verbleiben. Ihr habt aber selbst schon ausgesagt, dafs man, um gleiche Schufsweiten zu erzielen, den Bolzen einmal mit vier Grad, einmal mit zwei Grad Anfangsgeschwindigkeit abschnellen mufs. Ohne dafs also am Bogen eine Änderung vorzunehmen wäre, regelt die Fahrt des Wagens selbst die Abgangsgeschwindigkeiten. Die Ausführung des Versuchs bekundet die Richtigkeit dieser Thatsachen dem, der Vernunftgründe nicht verstehen will oder kann. Wendet nun diese Überlegung auf das Geschütz an, so werdet Ihr finden: mag die Erde sich bewegen oder feststehen, Schüsse, die mit derselben Kraft abgegeben werden, müssen stets gleich ausfallen, wie immer sie gerichtet sein mögen. Der Irrtum des Aristoteles, des Ptolemäus, der Euere und der aller anderen entspringt aus der festen und eingewurzelten Vorstellung von der Unbeweglichkeit der Erde, von der Ihr nicht vermögt und wifst Euch frei zu machen, selbst dann, wenn Ihr Spekulationen anstellen wollt über die Folgen, die im Falle der Erdbewegung eintreten würden. Ebenso bedachtet Ihr bei

Widerlegung des von den östlichen und westlichen Kanonenschussen hergenommenen Argumentes.

dem vorhin besprochenen Argumente nicht, dafs, solange der Stein auf dem Turme verweilt, er bezüglich der Bewegung oder Nichtbewegung sich verhält wie der Erdball; weil Ihr nun innerlich fest daran haltet, dafs die Erde stille steht, legt Ihr Eueren Erörterungen über den Fall des Steines stets die Voraussetzung zu Grunde, dafs er vom Zustande der Ruhe ausgehe, während man doch sagen mufs: wenn die Erde stille steht, geht der Stein vom Zustande der Ruhe aus und bewegt sich lotrecht abwärts; wenn die Erde sich aber bewegt, so bewegt sich der Stein ebenfalls mit der gleichen Geschwindigkeit und geht also nicht vom Zustande der Ruhe aus, sondern von einer Bewegung gleich der des Erdballs, mit welcher sich die hinzukommende Abwärtsbewegung vermischt, so dafs eine schräge Bewegung daraus hervorgeht.

Simpl. Aber lieber Gott, wenn er sich schräge bewegt, wieso sehe ich ihn denn sich geradlinig und lotrecht bewegen?

Salv. In Bezug auf die Erde, auf den Turm und auf uns, die wir alle zusammen die tägliche Bewegung in Gemeinschaft mit dem Steine machen, ist diese tägliche Bewegung so gut wie nicht vorhanden, läfst sich nicht fühlen noch wahrnehmen und ist ohne jede Wirkung; unserer Beobachtung zugänglich ist allein die Bewegung, die wir nicht teilen, nämlich die Abwärtsbewegung dem Turme entlang. — Ihr seid nicht der erste, der sich gegen jene Erkenntnis sträubt, dafs die Bewegung ohne Einflufs auf das gegenseitige Verhalten solcher Dinge ist, denen sie gemeinsam zukommt.

Bemerkenswertes Beispiel Sagredos, um zu zeigen, dafs die gemeinsame Bewegung einflufslos ist.

Sagr. Ich erinnere mich eben einer eigenartigen Phantasie, die eines Tages meine Einbildungskraft beschäftigte, als ich auf der Fahrt nach Aleppo begriffen war, wohin ich als Konsul unserer Vaterstadt reiste.[56]) Sie könnte vielleicht etwas dazu beitragen, diese Einflufslosigkeit der gemeinsamen Bewegung, dieses „So gut wie nicht vorhanden sein“ für alles gleichzeitig von ihr Betroffene zu erläutern. Ich möchte, wenn es Signore Simplicio gefällig ist, mit ihm besprechen, was ich damals für mich allein phantasierte.

Simpl. Die Dinge, von welchen ich hier reden höre, sind mir so neu, dafs ich sie nicht nur nicht langweilig, sondern höchst interessant finde. Darum sprecht nur!

Sagr. Angenommen, während meiner ganzen Fahrt von Venedig nach Alexandrette habe sich eine Schreibfeder an Bord befunden; wenn nun die Spitze derselben vermocht hätte, ein sichtbares Merkzeichen ihres Weges zu hinterlassen, wie beschaffen wäre diese Spur, dieses Merkmal, diese Linie?

Simpl. Sie würde eine Linie hinterlassen haben, die sich von Venedig bis dorthin erstreckte, nicht vollständig gerade, oder besser

gesagt, nicht in vollkommenem Kreisbogen, sondern bald mehr, bald weniger gebogen, je nachdem das Fahrzeug bald mehr, bald weniger geschwankt hat. Diese stellenweisen Ausbiegungen aber von einer oder zwei Ellen nach rechts oder links, nach oben oder unten würden bei einer Länge von vielen hundert Miglien eine geringe Änderung an dem gesamten Linienzug hervorbringen, so dafs sie kaum bemerkbar wären. Man könnte daher die Linie ohne wesentlichen Fehler als Teil eines vollkommenen Kreises betrachten.

Sagr. Es wäre also die eigentliche, richtige, wahrhafte Bewegung jener Federspitze geradezu ein vollkommener Kreisbogen gewesen, wenn die Bewegung des Fahrzeugs ohne ein Schwanken der Wellen sanft und ruhig vor sich gegangen wäre. Wenn ich nun selbige Feder beständig in der Hand gehalten und sie nur hie und da einen oder zwei Finger breit da- und dorthin bewegt hätte, welche Änderung würde das in der Hauptsache an dem aufserordentlich langen Linienzug hervorgebracht haben?

Simpl. Eine noch geringere, als wenn bei einer geraden Linie von tausend Ellen Länge stellenweise eine Abweichung von der absoluten Geradheit um die Breite eines Flohauges stattfände.

Sagr. Hätte also ein Maler bei seiner Abfahrt vom Hafen mit jener Feder auf ein Blatt Papier zu zeichnen begonnen und mit der Zeichnung bis zur Ankunft in Alexandrette fortgefahren, so hätte er durch Bewegung der Feder ein ganzes Historienbild mit vielen völlig richtig konturierten und in tausend und aber tausend Richtungen schattierten Figuren herstellen können, mit Landschaft, Baulichkeiten, Tieren und anderen Dingen, obgleich die eigentliche, wahre absolute Bewegung, welche die Federspitze ausführt, nur eine zwar lange, aber höchst einfache Linie darstellen würde. Was die dem Maler eigene Thätigkeit betrifft, so hätte er aufs Haar dasselbe gezeichnet, wenn das Schiff stille gestanden hätte. Dafs aber von der aufserordentlich langen Bahn der Feder keine andere Spur bleibt als die auf das Papier gezeichneten Striche, rührt daher, dafs die bedeutende Bewegung von Venedig nach Alexandrette dem Papier und der Feder, sowie allen im Schiffe befindlichen Dingen gemeinsam zukam. Die winzigen Bewegungen aber nach vor- und rückwärts, nach rechts und links, die von den Fingern des Malers der Feder, nicht aber dem Blatte mitgeteilt werden, konnten, weil sie der Feder eigentümlich waren, ihre Spur auf dem Papier zurücklassen, welches in Bezug auf solche Bewegungen als unbewegt angesehen werden darf. Ganz ebenso ist es richtig, dafs, wenn die Erde sich dreht, die Fallbewegung des Steines in Wirklichkeit eine lange Linie von vielen hundert, ja tausend Ellen

darstellt. Wenn er seine Spur in eine ruhende Atmosphäre oder auf sonst eine Fläche einzeichnen könnte, so würde sie als eine aufserordentlich lange schräge Linie erscheinen. Der Teil der gesamten Bewegung aber, welcher dem Stein, dem Turm und uns gemeinsam zukommt, ist für uns unmerklich und gleichsam nicht vorhanden: blofs der Teil gelangt zur Wahrnehmung, an welchem sich weder der Turm noch wir selbst uns beteiligen und dies ist schliefslich die Bewegung, welche der Stein bei seinem Falle längs des Turmes zurücklegt.

Salv. Ein äufserst scharfsinniger Einfall, um diesen für das Verständnis vieler Menschen so schwierigen Punkt zu erläutern. Nun aber können wir, wenn Signore Simplicio nichts weiter erwidern will, zu den übrigen Versuchen übergehen; ihre Widerlegung wird durch die bisherigen Auseinandersetzungen nicht wenig erleichtert werden.

Simpl. Ich habe nichts weiter zu bemerken und war halb versunken in diese Euere Zeichnung, in den Gedanken, wie jene nach so vielen Richtungen, hierin und dorthin, hinauf und hinunter, vor- und rückwärts gezogenen Striche, die in hunderttausend Krümmungen mit einander verflochten sind, in Wahrheit wesentlich nichts anderes sind als Stückchen einer einzigen, ganz und gar nach der nämlichen Richtung verlaufenden Linie, die nur insofern Unregelmäfsigkeiten enthält, als sie ein kleines bischen nach rechts und links abweicht und als die Spitze der Feder sich bald schneller, bald langsamer bewegt, aber mit ganz geringen Unterschieden. Ich überlege, dafs in derselben Weise die Niederschrift eines Briefes von statten ginge und dafs jene besonders geschickten Schreiber, die um die Gelenkigkeit ihrer Hand zu zeigen, in einem einzigen Zuge, ohne die Feder vom Blatte abzusetzen, mit tausend und aber tausend Verschlingungen ein allerliebstes Geflecht aufzeichnen, die Gesamtbewegung der Feder, sobald sie in einer schnell fahrenden Barke sich befänden, in einen Schnörkel verwandeln würden, während sie wesentlich eine einzige durchaus nach derselben Richtung gezogene Linie darstellt und nur ganz wenige Krümmungen und Abweichungen von der vollkommenen Geradheit aufweist. Ich freue mich sehr, dafs Signore Sagredo in mir diesen Gedanken angeregt hat. Fahren wir also weiter fort, denn die Erwartung noch anderes derart zu vernehmen, wird meine Aufmerksamkeit nur erhöhen.

Ironisch gemeinte, recht alberne Kleingeleien, einer gewissen Encyclopädie entnommen.

Sagr. Wenn es Euch Vergnügen macht, ähnliche Einfälle zu vernehmen, an die nicht gerade jeder denkt, so giebt es deren genug, namentlich in Sachen der Schiffahrt. Haltet Ihr es nicht für einen schönen Gedanken, der mir auch auf derselben Reise kam, während ich bemerkte, dafs der Korb, also die Spitze des Schiffsmastes,

ohne dafs letzterer biegt oder bricht, einen gröfseren Weg zurückgelegt hatte als der Fufs? Da nämlich die Spitze weiter vom Erdmittelpunkte entfernt ist als der Fufs, so hatte jene den Bogen eines Kreises beschrieben, der gröfser ist als der vom Fufse zurückgelegte.

Simpl. So legt denn auch, wenn ein Mensch geht, sein Kopf einen gröfseren Weg zurück als seine Füfse?

Sagr. Das habt Ihr ohne jede Hilfe, blofs durch eigenes Nachdenken vortrefflich durchschaut. Aber unterbrechen wir nicht den Signore Salviati!

Salv. Es freut mich zu sehen, wie Signore Simplicio an Geschicklichkeit zunimmt, wenn anders der Einfall sein Eigentum ist und er ihn nicht aus einem gewissen Thesenbüchlein[37]) gelernt hat, worin sich einige andere ebenso hübsche und geistreiche finden.

Einwand gegen die tägliche Bewegung, hergenommen von dem senkrechten Kanonenschufs.

Wir kämen sodann auf die senkrecht zum Horizont gerichtete Kanone zu sprechen, d. h. auf den Fall, wo der Schufs in Richtung unseres Scheitels abgegeben wird, und wo die Kugel schliefslich längs derselben Linie zu demselben Geschütze zurückkehrt trotz der langen Zeit, während deren sie von ihm getrennt war und während deren die Erde dieses viele Miglien weit nach Osten fortführte. Scheinbar müfste die Kugel um eine ebenso grofse Strecke westlich von dem Geschütze niederfallen; dies geschieht aber nicht, also hat die Kanone unverrückt das Wiedereintreffen der Kugel abgewartet. Die Widerlegung ist die gleiche wie bei dem Herabfallen des Steines vom Turme: der ganze Fehler, das Mifsverständnis liegt darin, dafs stets dasjenige als wahr vorausgesetzt wird, was in Frage steht. Denn stets hält der Gegner im Geiste daran fest, dafs die Kugel vom Zustande der Ruhe ausgeht, wenn sie beim Abfeuern aus dem Geschütze herausgeschleudert wird. Ein Ausgehen vom Zustande der Ruhe kann aber nur stattfinden unter Voraussetzung der Unbewegtheit des Erdballs, und dies ist gerade die in Frage stehende Behauptung. Ich wiederhole daher: die Entgegnung derer, welche die Erde sich bewegen lassen, besteht darin, dafs das Geschütz nebst der darin befindlichen Kugel sich an der nämlichen Bewegung beteiligen, welche der Erde zukommt, dafs sie sogar ebenso wie letztere diese Bewegung von Natur aus besitzen, dafs also die Kugel keineswegs vom Zustande der Ruhe ausgeht, sondern behaftet mit ihrer Bewegung um den Mittelpunkt, diese wird aber durch das Schleudern nach oben weder aufgehoben noch gestört. Solchergestalt folgt sie der allgemeinen Bewegung der Erde nach Osten und hält sich fortwährend gerade über dem Geschütze sowohl beim Aufsteigen als während der Rückkehr. Denselben Erfolg werdet Ihr beobachten, wenn Ihr auf einem Schiffe den Versuch anstellt, mittels

Entgegnung auf den Einwand unter Nachweis des logischen Fehlers.

einer Armbrust eine Kugel senkrecht in die Höhe zu schiefsen; sie wird an denselben Ort zurückkehren, mag das Schiff sich nun bewegen oder stille stehen.

Sagr. Hierdurch wird alles aufs beste erledigt. Da ich aber bemerkt habe, dafs Signore Simplicio Vergnügen an einer gewissen Sorte von sinnreichen Einfällen findet, auf die der Gegner, wie man zu sagen pflegt, hineinfällt, so möchte ich ihn fragen, ob er, die Unbeweglichkeit der Erde einstweilen vorausgesetzt, Bedenken dagegen hat, dafs ein Schufs aus einer lotrechten, nach dem Zenith gerichteten Kanone wahrhaft lotrecht ist, und dafs die Kugel beim Abfeuern und bei ihrer Rückkehr dieselbe gerade Linie einschlägt, immer unter der Annahme, dafs alle äufseren Hindernisse beseitigt sind.

Andere Widerlegung desselben Einwandes.

Simpl. Ich sehe ein, dafs die Sache genau so verlaufen mufs.

Sagr. Wenn aber das Geschütz nicht lotrecht aufgepflanzt wird, sondern nach irgend welcher Richtung geneigt, wie beschaffen mufs dann die Bewegung der Kugel sein? Fliegt sie etwa, wie vorher längs einer lotrechten Linie und kehrt auch wieder längs dieser zurück?

Simpl. Das wird sie nicht thun, sondern nach Verlassen des Geschützes wird sie ihre Bewegung in der geraden Linie fortsetzen, welche die Verlängerung der Axe des Laufs bildet, abgesehen von der Ablenkung, die sie durch ihr eigenes Gewicht von dieser Richtung erfährt.

Sagr. Danach ist also die Richtung des Laufs mafsgebend für die Bewegung der Kugel, sie verläfst diese Linie nicht oder würde sie doch nicht verlassen, wenn ihr eigenes Gewicht sie nicht nach unten ablenkte.[55]) Aus diesem Grunde kehrt sie, wenn der Lauf senkrecht gestellt und die Kugel aufwärts geschossen wird, längs derselben Linie nach unten zurück, denn die Bewegung der Kugel, insofern sie durch die Schwere bedingt wird, ist längs der nämlichen lotrechten Linie nach unten gerichtet. Die Flugbahn der Kugel aufserhalb des Geschützes bildet somit die Fortsetzung des Bahnteilchens, das innerhalb des Laufes enthalten ist, nicht wahr?

Geworfene Körper setzen ihre Bewegung längs derjenigen geraden Linie fort, die sie beschrieben, als sie noch mit dem Werfenden in Verbindung waren.

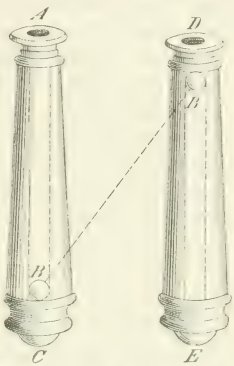
Simpl. So scheint es mir.

Sagr. Denkt Euch nun den Lauf senkrecht in die Höhe gerichtet, während gleichzeitig die Erde sich um sich selber in täglicher Bewegung dreht und das Geschütz mit sich fortträgt: sagt mir, wie beschaffen wird die Bewegung der Kugel innerhalb des Laufes sein von dem Augenblicke ab, wo Feuer gegeben wird.

Simpl. Sie wird geradlinig und lotrecht sein, da der Lauf lotrecht gerichtet ist.

Sagr. Bedenkt Euch wohl, denn meiner Meinung nach wird sie

keineswegs lotrecht sein. Sie wäre allerdings lotrecht, wenn die Erde feststünde, weil alsdann die Kugel keine andere Bewegung hätte als die von dem Feuer ihr mitgeteilte. Dreht sich aber die Erde, so kommt der im Geschütz befindlichen Kugel gleichfalls die tägliche Umdrehung zu, und wenn sie also noch obendrein den Impuls des Feuers empfängt, so legt sie die Strecke von der Stofsfläche des Laufs bis zur Mündung in doppelter Bewegung zurück. Durch Zusammensetzung dieser beiden ergiebt sich, dafs die vom Schwerpunkte der Kugel ausgeführte Bewegung längs einer geneigten Linie erfolgt. Zu besserem Verständnis sei AC das aufwärts gerichtete Geschütz, in ihm befinde sich die Kugel B. Steht die Kanone unbeweglich und wird dann abgefeuert, so nimmt offenbar die Kugel durch die Mündung A ihren Ausgang, und ihr Mittelpunkt wird beim Passieren des Laufes die lotrechte Linie AB beschreiben. Dieselbe Richtung wird sie aufserhalb des Geschützes beibehalten, sich nämlich scheitelrecht bewegen. Wenn aber die Erde sich im Kreise dreht und folglich die Kanone mit sich fortträgt, so wird in der Zeit, wo die Kugel vom Feuer durch den Lauf getrieben wird, das von der Erde fortgeführte Geschütz sich in die Lage DE begeben, die Kugel B wird beim Verlassen des Laufs an der Mündung D sich befinden; der Mittelpunkt der Kugel hat also die Linie BD zurückgelegt, die nicht wie vorhin lotrecht, sondern gegen Osten geneigt ist. Da nun, wie bereits angegeben, die Kugel ihre Bewegung durch die Luft fortsetzen mufs in Richtung der Bewegung innerhalb des Geschützes, so wird sie sich gemäfs der Neigung der Linie BD weiterhin bewegen, demnach keineswegs eine lotrechte, sondern eine nach Osten geneigte Bahn einschlagen eben dahin, wohin auch das Geschütz sich bewegt. Daher wird die Kugel der Bewegung der Erde und des Geschützes folgen können. So habt Ihr, Signore Simplicio, den Nachweis, dafs der Schufs, der scheinbar lotrecht sein mufs, in Wirklichkeit dies keineswegs ist.



Die Drehung der Erde vorausgesetzt, bewegt sich die Kugel in dem lotrechten Kanonenlauf nicht längs lotrechter, sondern längs geneigter Linie

Simpl. Ich verstehe die Sache noch nicht so recht; und Ihr, Signore Salviati?

Salv. Ich verstehe sie zum Teil, habe aber doch ein gewisses Bedenken dabei; Gott gebe, dafs es mir glückt, es auseinanderzusetzen. Meiner Meinung nach müfste dem eben Bewiesenen zufolge, wenn die Kanone lotrecht steht und die Erde sich bewegt, die Kugel nicht nur

nicht westlich vom Geschütz, wie Aristoteles und Tycho wollen, auch nicht gerade auf das Geschütz, wie Ihr wollt, sondern sogar recht weit östlich davon niederfallen. Denn Euerer Auseinandersetzung zufolge besäfse sie zwei Bewegungen, welche sie übereinstimmend nach dieser Richtung hintreiben, nämlich die allgemeine Bewegung der Erde, die das Geschütz und die Kugel von CA nach ED führt, und die des Feuers, welches sie längs der geneigten Linie BD treibt: beides nach Osten gerichtete Bewegungen, welche demnach die Bewegung der Erde übertreffen müssen.

Sagr. Nein, Signore. Die Bewegung, welche die Kugel nach Osten führt, rührt allein von der Erde her; das Feuer spielt dabei keine Rolle. Die Bewegung hingegen, welche die Kugel aufwärts treibt, rührt allein vom Feuer her und die Erde hat nichts damit zu schaffen. Zum Beweise: feuert nicht ab, so wird die Kugel nimmermehr das Geschütz verlassen, noch sich um Haaresbreite erheben; laſst andererseits die Erde stille stehen und gebt Feuer, so wird die Kugel, ohne irgendwie eine geneigte Richtung einzuschlagen, sich in lotrechter Linie bewegen. Hat also die Kugel zwei Bewegungen, eine nach oben und eine im Kreise, aus deren Zusammensetzung die schräge Linie BD hervorgeht, so rührt der Impuls nach oben allein vom Feuer her, der kreisförmige allein von der Erde und ist dem der Erde gleich. Und eben weil er ihm gleich ist, so hält sich die Kugel stets senkrecht über der Mündung der Kanone und fällt schliefslich in diese zurück; und weil sie sich stets in Richtung des Laufes hält, erscheint sie beständig zu Häupten dessen, der sich in der Nähe des Geschützes befindet und darum scheint sie genau lotrecht in Richtung unseres Scheitelpunktes emporzufliegen.

Simpl. Mir bleibt ein anderes Bedenken. Da doch nämlich die Bewegung der Kugel im Geschütz aufserordentlich schnell ist, so scheint es unmöglich, dafs in diesem kurzen Augenblick die Verschiebung der Kanone von CA nach ED der schrägen Linie CD eine solche Neigung erteilt, dafs die Kugel vermöge dieser in der Luft mit der Geschwindigkeit der Erde Schritt halten kann.

Sagr. Ihr verrechnet Euch mehrfach. Erstlich glaube ich, Ihr unterschätzt die Neigung der schrägen Linie CD bedeutend; denn wie ich fest überzeugt bin, ist die Geschwindigkeit der Erdbewegung nicht nur unter dem Äquator, sondern auch unter unserer Breite gröfser als die der Kugel während ihrer Bewegung durch den Lauf. Somit würde die Strecke CE unbedingt gröfser sein als die Gesamtlänge des Laufs und demzufolge die Neigung der schrägen Linie gröfser als ein halber rechter Winkel. Aber mag die Geschwindigkeit der Erde im Vergleich

zu der vom Feuer bedingten klein oder grofs sein, es kommt darauf nichts an. Denn ist die Geschwindigkeit der Erde gering und demnach auch die Neigung der schrägen Linie gering, so bedarf es auch nur dieser geringen Neigung der schrägen Linie, um zu bewirken, dafs die Kugel bei ihrem Fluge sich beständig über dem Geschütze hält. Kurz, wenn Ihr die Sache mit Bedacht prüft, werdet Ihr erkennen, dafs die Erde, indem sie die Kanone von CA nach ED führt, der schrägen Linie CD gerade das Weniger oder Mehr von Neigung erteilt, welches erforderlich ist, um den Schufs je nach Bedürfnis zu regulieren. Ihr irrt aber zweitens, wenn Ihr in dem Antrieb des Feuers die Ursache dafür sucht, dafs die Kugel imstande ist, der Bewegung der Erde zu folgen. Ihr fallt in denselben Irrtum zurück, welchen eben Signore Salviati begangen zu haben scheint. Dieses Schritthalten mit der Erde ist nämlich die ursprünglichste, ewige Bewegung, unvertilgbar und unaufhörlich verbunden mit der Kugel, als einem irdischen Gegenstande, der sie von Natur besitzt und in Ewigkeit besitzen wird.

Salv. Geben wir uns nur zufrieden, Signore Simplicio, denn die Sache geht in der That genau so zu. Auf Grund dieser Erörterung begreife ich jetzt auch das Jagdkunststückchen jener Schützen, die mit der Büchse die Vögel in der Luft schiefsen.[59]) Ich hatte mir eingebildet, dafs sie, um den Vogel zu treffen, einen von demselben verschiedenen Zielpunkt aufs Korn nähmen, der um ein Stück weiter nach vorne liegt, mehr oder weniger je nach der Schnelligkeit des Flugs und der Entfernung des Vogels, damit die Kugel nach dem Abdrücken, während sie in Richtung des Zieles fliegt, durch ihre Bewegung zur selben Zeit an denselben Punkt gelangt, wie der Vogel durch seinen Flug und sie auf diese Weise einander begegnen. Ich fragte darum einen von ihnen, ob das ihr Verfahren sei, er verneinte dies aber, der Kunstgriff sei viel leichter und sicherer, sie gingen ganz in derselben Weise zu Werke, wie wenn sie auf den ruhenden Vogel schössen; sie nähmen nämlich den fliegenden Vogel aufs Korn und folgten ihm mit der Bewegung der Büchse, immer auf ihn zielend bis zum Augenblicke des Abdrückens, sie träfen dann ebenso gut, als wenn diese ruhten. Es mufs also die doch langsame Bewegung der Büchse, welche mit dem Korne bei ihrer Drehung dem Vogelfluge folgt, sich auch auf die Kugel übertragen, und mufs mit der anderen vom Feuer herrührenden Bewegung sich vereinigen, dergestalt, dafs die Kugel dem Feuer die gerade Bewegung nach oben verdankt, dem Laufe aber die Abweichung zur Verfolgung des Vogelflugs: ganz, wie es eben bei dem Kanonenschusse festgestellt wurde; dort verdankte die Kugel dem

Wie die Schützen die Vögel in der Luft treffen.

Feuer die scheitelrechte Bewegung in die Höhe, der Erdbewegung hingegen die Neigung nach Osten und die Vermischung von beiden Bewegungen zu einer dritten, welche dem Lauf der Erde folgt und welche für den Zuschauer blofs gerade nach oben und hernach längs derselben Linie nach unten zu gehen scheint. Hält man also das Korn beständig ins Ziel, so wird der Schufs in jedem Falle richtig sitzen; steht nämlich das Ziel stille und man visiert richtig, so wird auch der Lauf ruhig sein müssen; bewegt sich aber die Scheibe, so wird der Lauf immer auf das bewegte Ziel hindeuten. Dies giebt auch die richtige Entgegnung auf das andere Argument an die Hand, bei welchem es sich um Kanonenschüsse nach einer südlich oder nördlich gelegenen Scheibe handelt. Es wurde da der Einwand gemacht, dafs, wenn die Erde sich bewegte, die Schüsse sämtlich eine Seitenabweichung nach Westen aufweisen müfsten, weil während der Zeit, wo die Kugel das Geschütz verlassen hat und durch die Luft nach dem Ziele hinfliegt, dieses nach Osten getragen wird, so dafs die Kugel westlich vorbeigeht. Ich entgegne darauf mit der Frage: wird das Geschütz, nachdem es auf das Ziel gerichtet und in dieser Lage belassen worden ist, stets nach eben jenem Zielpunkte visieren, einerlei, ob die Erde sich bewegt oder stille steht? Die Antwort mufs lauten, dafs die Visierlinie sich durchaus nicht ändert. Denn steht das Ziel fest, so steht auch das Geschütz stille; wenn dieses aber, von der Erde getragen, sich bewegt, so bewegt sich auch die Kanone in demselben Tempo; wird aber derselbe Zielpunkt beibehalten, so sitzt der Schufs stets richtig, wie nach dem eben Gesagten klar ist.

Widerlegung des Einwandes von den südlich und nördlich gerichteten Kanonenschüssen.

Sagr. Wartet, bitte, einen Augenblick, Signore Salviati, ich möchte erst noch einem Gedanken Ausdruck geben, der mir betreffs jener Schützen auf fliegende Vögel im Kopfe herum gegangen ist. Sie mögen in der That so verfahren, wie Ihr sagt; ich glaube auch, dafs infolge davon der Vogel wirklich getroffen wird. Hingegen bin ich nicht der Ansicht, dafs dieser Vorgang völlig analog demjenigen bei den Kanonenschüssen ist, welche sowohl bei bewegtem Geschütz und Ziel als bei beiderseitiger Ruhe treffen müssen. Die Verschiedenheit scheint mir in folgendem zu bestehen. Bei dem Schusse mit der Kanone bewegt sich diese und das Ziel mit gleicher Geschwindigkeit, da beide von der Bewegung des Erdballs mit fortgeführt werden; obgleich nämlich unter Umständen das Geschütz ein wenig näher dem Pole als die Scheibe aufgepflanzt ist, also seine Bewegung ein weniges langsamer ist, insofern sie längs eines kleineren Kreises erfolgt, so ist ein derartiger Unterschied doch wegen der Geringfügigkeit der Entfernung vom Geschütz bis zur Scheibe unmerklich. Bei dem Schufs

des Vogelschützen hingegen ist die Bewegung der Büchse, mit welcher er dem Vogel nachfolgt, im Vergleich zu dessen Flug äufserst langsam. Meiner Meinung nach kann somit unmöglich die geringe Bewegung, welche durch die Drehung des Laufes der darin befindlichen Kugel erteilt wird, sich nach dem Abfeuern in der Luft bis zur Schnelligkeit des Vogelflugs vervielfältigen, derart, dafs besagte Kugel immer auf den Vogel gerichtet bliebe. Vielmehr scheint es, als müsse sie von diesem überholt werden und dahinter vorbeigehen. Dazu kommt noch, dafs in diesem Falle die Annahme unstatthaft ist, die von der Kugel durchschnittene Luft teile die Bewegung des Vogels; wohl aber beteiligen sich im Falle der Kanone diese sowohl als die Scheibe wie auch die dazwischen liegende Luft in gleicher Weise an der allgemeinen täglichen Bewegung. Dafs also der Schütze trifft, rührt, wie ich glaube, aufser von der dem Fluge folgenden Bewegung des Laufes auch davon her, dafs man die Visierlinie ein wenig weiter nach vorne nimmt und dafs man überdies, soviel ich weifs, nicht blofs mit einer Kugel schiefst, sondern mit einer ganzen Zahl von Kügelchen, die in der Luft sich zerstreuen und dadurch einen ziemlich grofsen Raum bestreichen; endlich auch daher, dafs die Geschwindigkeit, mit welcher diese sich aus dem Laufe nach dem Vogel hin begeben, aufserordentlich grofs ist.

Salv. Da kann man sehen, wie der Geistesflug Signore Sagredos es meiner Langsamkeit zuvorthut und sie überholt. Ich wäre vielleicht auch auf diese Verschiedenheiten aufmerksam geworden, aber nur nach langer geistiger Arbeit. Kehren wir nun zur Sache zurück, so hätten wir noch die nach Osten und Westen gerichteten Horizontalschüsse zu erwägen. Die ersteren sollten, wenn die Erde sich bewegte, stets über der Scheibe vorbeifliegen, die letzteren zu tief gehen. Denn da die östlichen Teile der Erde infolge der täglichen Bewegung beständig unter die zum Horizont parallele Tangentialebene hinabsinken, woher es auch rührt, dafs die Gestirne im Osten scheinbar emporsteigen, da ferner umgekehrt die westlichen Teile sich emporheben, infolge wovon die westlichen Gestirne scheinbar herabsinken, so müfsten demnach die Schüsse, die längs besagter Tangente auf das östliche Ziel gerichtet sind, zu hoch ausfallen — dieses senkt sich nämlich, während die Kugel auf der Tangente herankommt — die westlichen hingegen müfsten zu tief gehen, weil die Scheibe während der Flugzeit der Kugel emporsteigt. Die Widerlegung ist ähnlich wie in den früheren Fällen.[60]) Gleichwie nämlich das östlich gelegene Ziel infolge der Bewegung der Erde sich beständig unter eine unbeweglich gedachte Tangente hinabsenkt, so neigt sich auch das Geschütz fortwährend

Widerlegung des Einwandes von den Horizontalschüssen nach Ost und West.

aus demselben Grunde und ist stets auf dasselbe Ziel gerichtet, so dafs die Schüsse richtig ausfallen. Es scheint mir hier übrigens der geeignete Ort, um auf eine gewisse Grofsmut hinzuweisen, mit welcher die Kopernikaner, vielleicht in übertriebenem Entgegenkommen, die gegnerische Partei behandeln. Ich meine, sie räumen den Gegnern manche Versuche als sicher und zuverlässig ein, welche diese in Wahrheit nie angestellt haben, wie z. B. den Versuch mit den vom Schiffsmast auf bewegtem Schiffe herabfallenden Körpern. Dahin gehört nun meiner festen Überzeugung nach auch der vorliegende Fall, wo zu prüfen ist, ob die östlichen Kanonenschüsse zu hoch, die westlichen zu niedrig ausfallen. Da die Gegner diese Prüfung, wie ich glaube, niemals ausgeführt haben, so sähe ich es gerne, wenn sie mir sagten, wie grofs sie die Verschiedenheit der Schüsse im Falle der Unbewegtheit der Erde und im Falle ihrer Bewegung schätzen. An ihrer statt mag jetzt Signore Simplicio antworten.

Die Kopernikaner geben zu entgegenkommend manche sehr zweifelhaften Behauptungen als richtig zu.

Simpl. Ich will mir nicht anmafsen, so gründlich antworten zu können, wie vielleicht ein anderer, der mehr von der Sache versteht als ich. Ich werde indessen angeben, was man etwa, wie ich meine, antworten könnte und was in Wahrheit von dem bereits Vorgebrachten nicht verschieden ist. Wenn die Erde sich nämlich bewegte, so würden die östlichen Schüsse immer zu hoch gehen u. s. w., da aller Wahrscheinlichkeit nach die Kugel sich längs der Tangente bewegen müfste.

Salv. Wenn ich nun aber sagte, dafs dies in der That zutrifft, was würdet Ihr thun, um meine Behauptung zu widerlegen?

Simpl. Man würde zur wirklichen Ausführung des Versuchs zu schreiten haben, um sich hierüber Aufklärung zu verschaffen.

Salv. Glaubt Ihr aber, dafs sich ein so geschickter Kanonier fände, der die Verpflichtung übernähme, bei jedem Schusse das Ziel auf eine Entfernung z. B. von fünfhundert Ellen zu treffen?

Simpl. Oh nein. Ich glaube, es gäbe keinen, und wäre er noch so geübt, der verbürgen könnte, dafs er durchschnittlich höchstens um eine Elle irrt.

Salv. Wie sollten wir uns demnach mittels so fehlerhafter Schüsse Klarheit über unseren Zweifel verschaffen können?

Simpl. Wir könnten uns auf eine doppelte Weise Sicherheit verschaffen, einmal durch das Abfeuern vieler Schüsse; sodann aber mufs ja, dank der grofsen Geschwindigkeit der Erdbewegung, die Abweichung vom Ziele meiner Meinung nach aufserordentlich grofs sein.

Salv. Aufserordentlich grofs, d. h. viel gröfser als eine Elle; denn eine Schwankung in diesem, ja in noch höherem Betrage räumt

man als gewöhnliches Vorkommnis ein, auch bei Annahme der Unbeweglichkeit der Erde.

Simpl. Ich glaube zuversichtlich, dafs die Abweichung weit gröfser sein würde.

Salv. Ich möchte doch einmal zu unserem Vergnügen so über schlagsweise den Betrag ausrechnen, wenn es Euch recht ist. Dies wird uns zugleich, wenn die Rechnung meiner Erwartung gemäfs ausfällt, als Mahnung dienen können, auch bei anderen Gelegenheiten nicht so ohne weiteres klein beizugeben, wie man zu sagen pflegt, und nicht alles, was uns durch den Kopf schiefst, gleich als richtig auszugeben. Um noch alle Vorteile den Peripatetikern und Anhängern Tychos einzuräumen, stellen wir uns vor, wir befänden uns unter dem Äquator, um mit einer Feldschlange horizontal nach Westen auf fünfhundert Ellen Entfernung zu schiefsen.[61]) Schätzen wir zunächst so aufs ungefähr, wie gesagt, wieviel Zeit wohl die Kugel nach dem Verlassen des Geschützes braucht, um zum Ziele zu gelangen. Bekanntlich ist diese sehr kurz, sicherlich nicht länger als die Zeit, während deren ein Fufsgänger zwei Schritte zurücklegt, d. h. kürzer noch als eine Sekunde. Denn gesetzt, der Fufsgänger geht drei Miglien in der Stunde, welches neuntausend Ellen sind, so kommen auf die Sekunde zwei und ein halb Schritte, da eine Stunde dreitausend sechshundert Sekunden enthält; die Flugzeit der Kugel beträgt also weniger als eine Sekunde. Weil nun die tägliche Umdrehung eine Dauer von vierundzwanzig Stunden hat, so steigt der westliche Horizont in der Stunde fünfzehn Bogengrade, in einer Zeitminute also fünfzehn Bogenminuten und in der Zeitsekunde fünfzehn Bogensekunden. Da nun der Schufs eine Zeitsekunde dauert, so hebt sich der westliche Horizont um fünfzehn Bogensekunden und um ebensoviel die Scheibe, also um fünfzehn Sekunden desjenigen Kreises, dessen Halbmesser fünfhundert Ellen beträgt[62]); so grofs nämlich ist unserer Voraussetzung gemäfs die Entfernung der Scheibe von dem Geschütz. Sehen wir nun in der Tabelle der Bogen und Sehnen nach — ich habe hier gerade das Buch des Kopernikus —[63]) den wievielten Teil des fünfhundert Ellen langen Radius die Sehne eines Bogens von fünfzehn Sekunden ist. Wir finden hier, die Sehne einer Bogenminute betrage weniger als dreifsig Hunderttausendstel des Halbmessers, also die Sehne einer Bogensekunde weniger als ein halbes Hunderttausendstel oder als ein Zweihunderttausendstel, demnach die Sehne von fünfzehn Sekunden weniger als fünfzehn Zweihunderttausendstel. Was aber weniger als fünfzehn solcher Teile beträgt, von denen zweihunderttausend aufs Ganze gehen, ist um so mehr weniger als vier Hundertstel

Berechnung des Betrags, um welchen die Kanonenschüsse von dem Ziel unter Voraussetzung der Erdbewegung abweichen mufsten.

eines Teiles, von welchem fünfhundert das Ganze ausmachen. Also beträgt die Erhebung der Scheibe während der Flugzeit der Kugel weniger als vier Hundertstel oder als ein Fünfundzwanzigstel einer Elle, sie wird also ungefähr einen Zoll betragen. Folglich wird die Abweichung jedes nach Westen gerichteten Schusses einen einzigen Zoll grofs sein, wenn die tägliche Bewegung der Erde zukommen sollte. Wenn ich nun behaupten wollte, dafs eine solche Abweichung thatsächlich bei allen Schüssen stattfindet — ich meine, dafs sie einen Zoll tiefer treffen, als sie träfen, wenn die Erde sich nicht drehte — wie würdet Ihr es anfangen, um mich zu widerlegen, Signore Simplicio, wie würdet Ihr mir durch den Versuch zeigen, dafs dies nicht geschieht? Seht Ihr nicht ein, dafs Ihr mich unmöglich überführen könnt, wenn Ihr nicht erst eine so genaue Methode des Scheibenschiefsens erfindet, dafs man nie um Haaresbreite irrt? Denn wenn die Schüsse eine Unsicherheit von ganzen Ellen zulassen, wie es thatsächlich der Fall ist, so werde ich stets behaupten, dafs in jeder der Abweichungen die Zollbreite, welche von der Erdbewegung herrührt, mit enthalten ist.

Sehr scharfsinniger Nachweis, dafs unter Voraussetzung der Erdbewegung die Kanone keine gröfsere Abweichung liefern mufs als bei ruhender Erde.

Sagr. Mit Verlaub, Signore Salviati, Ihr seid zu grofsmütig. Ich würde den Peripatetikern sagen, wenn auch jeder Schufs genau das Centrum der Scheibe treffe, so stehe das keineswegs mit der Bewegung der Erde im Widerspruch. Denn die Kanoniere haben sich von jeher darauf eingeübt nach der Scheibe zu zielen und haben Übung darin erworben, das Geschütz so zu richten, dafs die Schüsse trotz der Erdbewegung alle sitzen. Ich behaupte, dafs gerade, wenn die Erde stille stünde, die Schüsse fehl gingen, aber die östlichen zu tief, die westlichen zu hoch.[64]) Nun mag Signore Simplicio mich widerlegen.

Man mufs nur mit grofser Vorsicht Versuche als richtig zugeben Leuten gegenüber, die sie nie angestellt haben.

Salv. Eine scharfsinnige Bemerkung, wie sie Signore Sagredo's würdig ist. Aber mag nun jene Abweichung zum Vorschein kommen im Falle der Ruhe oder im Falle der Bewegung der Erde, jedenfalls ist sie aufserordentlich klein und mufs also unbedingt verdeckt sein durch die sehr bedeutenden Abweichungen, welche infolge von mancherlei Ursachen fortwährend stattfinden. — Dies alles sei gesagt und zugestanden als Gratiszugabe für Signore Simplicio, und nur, um ihm ans Herz zu legen, wie vorsichtig man sein mufs, wenn man die Richtigkeit so mancher Versuche Leuten einräumt, welche sie niemals ausgeführt haben, sondern welche sie tendenziöserweise so darstellen, wie sie sein müfsten, um ihrer Sache zu dienen. Ich bewillige dies Signore Simplicio als Zugabe, sage ich, denn die Sache liegt ganz einfach so, dafs die Erscheinungen bei jenen Schüssen ganz genau die nämlichen sein müssen, ob der Erdball sich nun bewege oder ob er ruhe;

wie denn ganz das gleiche von allen Versuchen gilt, die man angeführt hat und anführen kann: sie haben sämtlich auf den ersten Blick insofern einen Schein von Triftigkeit, als die eingewurzelte Vorstellung von der Unbeweglichkeit der Erde uns in Mifsverständnissen befangen erhält.

Erfahrungen und Gründe gegen die Erdbewegung erscheinen uns so lange beweiskräftig, als wir zur Klarheit nicht durchgedrungen sind.

Sagr. Ich für mein Teil bin soweit vollauf befriedigt und sehe sehr wohl ein: wer seiner Vorstellung ebenso die Thatsache einprägt, dafs die tägliche Umdrehungsbewegung allen irdischen Gegenständen ausnahmslos gemeinsam und zwar von Natur aus zukommt, wie man ihnen nach der alten Lehre die Drehung um den Mittelpunkt aberkannt hat, der wird anstandslos das Fehlerhafte und Irrtümliche dessen erkennen, was die vorgebrachten Argumente mit einem Scheine von Beweiskraft umgeben hat. — Es bleibt mir, wie ich vorhin angedeutet habe, nur noch ein Bedenken betreffs des Fliegens der Vögel. Da diese als lebende Wesen die Fähigkeit besitzen, nach Belieben sich in tausendfältiger Bewegung zu ergehen, von der Erde entfernt lange in der Luft zu schweben und dort in den regellosesten Krümmungen sich umherzutreiben, so begreife ich nicht wohl, wieso bei einer solchen Mischung von Bewegungen die ursprüngliche gemeinsame Bewegung nicht verloren gehen, sich nicht verwischen sollte, und wieso sie, einmal derselben verlustig gegangen, das Versäumte durch ihren Flug nachholen und ausgleichen können, wieso sie mit Türmen und Bäumen mitkommen können, die in so rasendem Laufe nach Osten stürmen: in so rasendem Laufe, sage ich, denn die Geschwindigkeit auf dem gröfsten Kreise der Erdkugel ist nicht viel geringer als tausend Miglien die Stunde, während die Schwalben vielleicht noch nicht fünfzig zurücklegen.

Salv. Wenn die Vögel darauf angewiesen wären dem Lauf der Bäume es kraft ihrer Flügel gleich zu thun, so wären sie freilich übel daran. Einmal der allgemeinen Drehungsbewegung verlustig gegangen, würden sie dermafsen zurückbleiben und ihre Bewegung würde einem etwaigen Beobachter mit so rasender Geschwindigkeit nach Westen gerichtet erscheinen, dafs diese Geschwindigkeit bei weitem die eines Pfeiles überträfe. Ich glaube aber, wir würden sie überhaupt nicht wahrnehmen können, so wenig man die Kanonenkugeln sieht, wenn sie von der wütenden Kraft des Feuers geschleudert durch die Luft sausen. In Wahrheit aber hat die Eigenbewegung der Vögel, ich meine ihr Fliegen, nichts mit der allgemeinen Bewegung zu schaffen, welche von jener weder unterstützt noch gehindert wird. Der Umstand, der besagte Bewegung bei den Vögeln unverändert erhält, ist die Luft selbst, in welcher sie sich tummeln. Diese folgt von Natur

dem Wirbel der Erdbewegung und wie sie die Wolken mit sich führt, so auch die Vögel und alles andere, was in ihr schwebt. Um also mit der Erde mitzukommen, haben sich die Vögel nicht viel den Kopf zu zerbrechen und sie könnten zu diesem Behufe ebenso gut schlafen.

Sagr. Dafs die Luft Wolken mit sich fortführen kann, Gebilde, die ihres geringen Gewichtes wegen aufserordentlich leicht beweglich sind und keinerlei sonstigen Trieb haben in entgegengesetzter Richtung sich zu bewegen, sondern vielmehr auch ihrerseits an irdische Eigenschaften und Bedingungen gebunden sind, begreife ich ohne jede Schwierigkeit. Dafs aber Vögel, belebte Wesen, welche sich auch entgegengesetzt zur täglichen Drehung bewegen können, von der Luft nach Unterbrechung dieser Bewegung, von neuem in dieselbe versetzt werden sollten, kommt mir etwas gezwungen vor, umsomehr, als sie feste schwere Körper sind. Wir beobachten doch auch, wie oben gesagt, dafs Steine und andere schwere Körper dem Andrang der Luft gegenüber sich widerspenstig erweisen, und wenn sich ihr Widerstand auch überwinden läfst, nehmen sie doch niemals die Geschwindigkeit des Windes an, der sie dahin trägt.

Salv. Wir wollen doch auch die bewegte Luft nicht mit gar so geringer Kraft ausstatten, Signore Sagredo, sie, die imstande ist, schwer beladene Schiffe zu treiben und zu lenken, Wälder zu entwurzeln, Türme umzustürzen, sobald sie sich mit reifsender Geschwindigkeit bewegt; und dennoch kann bei diesen heftigen Wirkungen ihr noch lange nicht eine so grofse Geschwindigkeit zuerkannt werden wie die der täglichen Umdrehung.

Simpl. Da seht Ihr also, wie die bewegte Luft auch bei geworfenen Körpern die Fortsetzung ihrer Bewegung bewirken kann, im Einklang mit der Lehre des Aristoteles. Es schien mir gleich verwunderlich, dafs er in dieser Beziehung sich sollte geirrt haben.

Salv. Sie wäre zweifellos dazu imstande, wenn sie nur imstande wäre, sich selber weiter zu bewegen. Da jedoch, nachdem der Wind sich gelegt hat, ein Schiff nicht fortfährt sich zu bewegen, noch auch die Bäume fernerhin umgerissen werden, und da also die Bewegung der Luft nicht fortdauert, nachdem der Stein die Hand verlassen hat und der Arm zur Ruhe gekommen ist, so mufs die Ursache der Bewegung des geschleuderten Körpers eine andere sein.

Simpl. Wieso hört die Bewegung des Schiffes auf mit dem Aufhören des Windes? Im Gegenteil, wenn der Wind sich gelegt hat, ja wenn die Segel schon gestrichen sind, sieht man das Schiff noch ganze Miglien weit sich fortbewegen.

Salv. Aber das spricht ja gegen Euch, Signore Simplicio; denn

ist die Luft ruhig, welche vorher gegen die Segel blies und so das Schiff trieb, so verharrt dieses jedenfalls ohne Mitwirkung des Mediums in seiner Fahrt.

Simpl. Man könnte sagen, das Wasser sei dasjenige Medium, welches das Schiff treibt und seine Bewegung im Gange erhält.

Salv. Gewifs könnte man das sagen, wenn man das Gegenteil von dem, was richtig ist, sagen wollte. Denn in Wirklichkeit ist es gerade das Wasser, welches durch seinen grofsen Widerstand gegen die Durchdringung von seiten des Schiffsrumpfes unter lautem Brausen sich entgegenstemmt und ihm nur über eine kleine Strecke hin die Geschwindigkeit vergönnt, die ihm der Wind verleihen würde, wenn das Wasser nicht hindernd im Wege stünde. Ihr müfst niemals darauf geachtet haben, Signore Simplicio, mit welcher Heftigkeit das Wasser die Barke bespült, während sie von den Rudern oder dem Winde rasch dahin getrieben durch stehendes Wasser fährt. Denn hättet Ihr Euch diese Erscheinung angesehen, so käme es Euch jetzt nicht bei, solche Nichtigkeiten anzuführen. Ich komme zur Einsicht, dafs Ihr bis jetzt zu der Herde derer gehört habt, die, um zu erfahren, wie solcherlei Dinge zugehen, und um Kenntnisse von Naturerscheinungen sich anzueignen, sich nicht um Schiffe, Armbrust und Kanone kümmern, sondern sich ins Studierzimmer zurückziehen, Indices und Lexica durchblättern, um nachzusehen, ob Aristoteles nichts darüber gesagt hat. Haben sie sich dann des wirklichen Sinnes der Stelle vergewissert, so verlangen sie nach nichts Weiterem und glauben nicht, dafs man darüber sonst noch etwas wissen könne.

Grofses beneidenswertes Glück derer, die sich einreden alles zu wissen.

Sagr. Wie glücklich, wie beneidenswert sind sie doch! Denn wenn jeder von dem natürlichen Drange nach Erkenntnis beseelt ist, und wenn das Sein nicht glücklicher macht, als der Glaube an dieses Sein, so erfreuen sie sich eines köstlichen Gutes. Sie können sich einreden, sie verstünden und wüfsten alles und zwar auf Kosten derer, die nicht zu wissen glauben, was sie nicht wirklich wissen, und die folglich einsehen, wie sie noch nicht einmal ein winziges Bruchstück des Erkennbaren erkannt haben, die sich abquälen mit Nachtwachen und Untersuchungen, die unsäglich mühevolle Versuche und Beobachtungen anstellen. — Aber bitte, kehren wir zu unseren Vögeln zurück. In Bezug darauf habt Ihr behauptet, dafs die mit gröfster Geschwindigkeit bewegte Luft ihnen den Teil der täglichen Bewegung wiedererstatten kann, der ihnen bei ihrem lustigen Hin- und Herfliegen verloren gegangen sein mag. Darauf entgegne ich, dafs die bewegte Luft meines Bedünkens einem festen schweren Körper nicht eine solche Geschwindigkeit zu erteilen vermag, wie sie selbst sie besitzt. Da

nun die Geschwindigkeit der Luft gleich der der Erde ist, so scheint die Luft nicht ausreichend, um den Verlust, den die Geschwindigkeitsabnahme bei dem Fluge der Vögel bedingt, wieder zu ersetzen.

Salv. Euere Überlegung hat anscheinend viel Wahrscheinliches, und sachgemäfse Bedenken aufzuwerfen ist nicht Sache von Dutzendgeistern. Gleichwohl glaube ich, dafs nach Beseitigung des bestechenden Scheines Euer Zweifel in Wirklichkeit nicht im mindesten mehr von Belang ist als alle früher in Betracht gezogenen und widerlegten Bedenken.

Sagr. Es ist nicht im geringsten zweifelhaft, dafs, wenn der Einwand nicht stichhaltig ist, sein Wert absolut gleich Null ist. Denn wenn eine strenge Beweisführung nur zu diesem einen Ergebnis führt, so läfst sich für den entgegengesetzten Standpunkt kein Grund anführen, der etwas taugte.

Salv. Dafs Euch dieser Einwand mehr zu schaffen macht als die anderen, rührt wohl daher, dafs die Vögel lebendige Wesen sind und darum nach Belieben gegen die ursprüngliche, allen irdischen Dingen anhaftende Bewegung anzukämpfen vermögen. Gerade so sehen wir sie ja auch bei Lebenszeiten in die Höhe fliegen, was ihnen als schweren Körpern unmöglich sein würde, während sie nach ihrem Tode nur abwärts fallen können. Darum meint Ihr, dafs die Gründe, die bei allen anderen Arten obengenannter Körper mafsgebend sind, hier nicht von Belang seien. Das ist auch völlig richtig, und weil es richtig ist, eben darum beobachtet man auch ein ganz anderes Verhalten bei jenen geschleuderten Körpern als bei den Vögeln. Denn lafst Ihr von der Spitze eines Turmes einen toten und einen lebenden Vogel fallen, so wird der tote sich verhalten wie ein Stein; er wird erstens die allgemeine tägliche Bewegung ausführen, sodann aber die Abwärtsbewegung infolge seiner Schwere. Ist aber der losgelassene Vogel lebendig, was hindert ihn, sich durch seinen Flügelschlag nach jeder beliebigen Himmelsrichtung hinzuarbeiten, ohne dafs dabei die tägliche Bewegung in ihm aufhörte? Diese neue Bewegung, als ihm eigentümlich und nicht von uns geteilt, mufs uns bemerkbar werden. Wenn er vermöge seines Fliegens sich gegen Westen bewegt hat, was sollte ihn daran hindern können, vermöge nochmaligen Flügelschlags auf den Turm zurückzukehren? Denn schliefslich bestand doch der westlich gerichtete Flug nur darin, dafs von der täglichen Bewegung, die etwa zehn Grad Geschwindigkeit besitzen mag, ein einziger Grad in Abzug kam, so dafs dem Vogel während des Flugs insgesamt neun Grad verblieben. Hat er sich auf die Erde niedergelassen, so hat er dann wieder die allgemeine Geschwindigkeit von zehn Grad erlangt;

Widerlegung desjenigen Einwandes gegen die Bewegung der Erde, der sich auf den Vogelflug bezieht.

zu diesen kann er durch ostwärts gerichtetes Fliegen einen Grad hinzufügen und mit einer Geschwindigkeit von elf Grad auf den Turm zurückkehren. Kurz, wenn wir die Sache wohl überlegen und etwas tiefer blicken, so unterscheiden sich die Erscheinungen des Vogelflugs in nichts von den Erscheinungen bei Körpern, die nach beliebigen Himmelsrichtungen geschleudert werden, ausgenommen, dafs diese von einer äufseren Kraft in Bewegung gesetzt werden, jene von einem inneren Princip. — Hier scheint es mir nun angebracht, um dem Nachweise der Nichtigkeit aller angeführten Versuche die Krone aufzusetzen, dafs ich die Art und Weise zeige, wie sie sämtlich mit leichtester Mühe durchprobiert werden können.[65]) Schliefst Euch in Gesellschaft eines Freundes in einen möglichst grofsen Raum unter dem Deck eines grofsen Schiffes ein. Verschafft Euch dort Mücken, Schmetterlinge und ähnliches fliegendes Getier; sorgt auch für ein Gefäfs mit Wasser und kleinen Fischen darin; hängt ferner oben einen kleinen Eimer auf, welcher tropfenweise Wasser in ein zweites enghalsiges darunter gestelltes Gefäfs träufeln läfst. Beobachtet nun sorgfältig, solange das Schiff stille steht, wie die fliegenden Tierchen mit der nämlichen Geschwindigkeit nach allen Seiten des Zimmers fliegen. Man wird sehen, wie die Fische ohne irgend welchen Unterschied nach allen Richtungen schwimmen; die fallenden Tropfen werden alle in das untergestellte Gefäfs fliefsen. Wenn Ihr Euerem Gefährten einen Gegenstand zuwerft, so braucht Ihr nicht kräftiger nach der einen als nach der anderen Richtung zu werfen, vorausgesetzt, dafs es sich um gleiche Entfernungen handelt. Wenn Ihr, wie man sagt, mit gleichen Füfsen einen Sprung macht, werdet Ihr nach jeder Richtung hin gleichweit gelangen. Achtet darauf, Euch aller dieser Dinge sorgfältig zu vergewissern, wiewohl kein Zweifel obwaltet, dafs bei ruhendem Schiffe alles sich so verhält. Nun lafst das Schiff mit jeder beliebigen Geschwindigkeit sich bewegen: Ihr werdet — wenn nur die Bewegung gleichförmig ist und nicht hier- und dorthin schwankend — bei allen genannten Erscheinungen nicht die geringste Veränderung eintreten sehen. Aus keiner derselben werdet Ihr entnehmen können, ob das Schiff fährt oder stille steht. Beim Springen werdet Ihr auf den Dielen die nämlichen Strecken zurücklegen wie vorher, und wiewohl das Schiff aufs schnellste sich bewegt, könnt Ihr keine gröfseren Sprünge nach dem Hinterteile als nach dem Vorderteile zu machen: und doch gleitet der unter Euch befindliche Boden während der Zeit, wo Ihr Euch in der Luft befindet, in entgegengesetzter Richtung zu Euerem Sprunge vorwärts. Wenn Ihr Euerem Gefährten einen Gegenstand zuwerft, so braucht Ihr nicht mit gröfserer Kraft zu werfen, damit

Versuch, der allein die Nichtigkeit aller gegen die Erdbewegung angeführten Versuche darthut.

er ankomme, ob nun der Freund sich im Vorderteile und Ihr Euch im Hinterteile befindet oder ob Ihr umgekehrt steht. Die Tropfen werden wie zuvor in das untere Gefäfs fallen, kein einziger wird nach dem Hinterteile zu fallen, obgleich das Schiff, während der Tropfen in der Luft ist, viele Spannen zurücklegt. Die Fische im Wasser werden sich nicht mehr anstrengen müssen, um nach dem vorangehenden Teile des Gefäfses zu schwimmen als nach dem hinterher folgenden; sie werden sich vielmehr mit gleicher Leichtigkeit nach dem Futter begeben, auf welchen Punkt des Gefäfsrandes man es auch legen mag. Endlich werden auch die Mücken und Schmetterlinge ihren Flug ganz ohne Unterschied nach allen Richtungen fortsetzen. Niemals wird es vorkommen, dafs sie gegen die dem Hinterteil zugekehrte Wand gedrängt werden, gewissermafsen müde von der Anstrengung dem schnellfahrenden Schiffe nachfolgen zu müssen, und doch sind sie während ihres langen Aufenthaltes in der Luft von ihm getrennt. Verbrennt man ein Korn Weihrauch, so wird sich ein wenig Rauch bilden, man wird ihn in die Höhe steigen, wie eine kleine Wolke dort schweben und unterschiedslos sich nicht mehr nach der einen als nach der anderen Seite hin bewegen sehen. Die Ursache dieser Übereinstimmung aller Erscheinungen liegt darin, dafs die Bewegung des Schiffes allen darin enthaltenen Dingen, auch der Luft, gemeinsam zukommt. Darum sagte ich auch, man solle sich unter Deck begeben; denn oben in der freien Luft, die den Lauf des Schiffes nicht begleitet, würden sich mehr oder weniger deutliche Unterschiede bei einigen der genannten Erscheinungen zeigen. So würde unzweifelhaft der Rauch ebensoweit zurückbleiben wie die Luft selbst. Desgleichen würden die Mücken und Schmetterlinge, von der Luft behindert, der Bewegung des Schiffes nicht folgen können, wenn sie sich von ihm um ein beträchtliches Stück entfernten; halten sie sich aber in der Nähe, so würden sie unbehindert und ohne Anstrengung dem Schiffe nachkommen, weil es, als ein unregelmäfsig geformtes Bauwerk, die benachbarten Teile der Luft mit sich führt. Aus ähnlichen Gründen sehen wir bisweilen, wie die lästigen Mücken und Bremsen scharf trabenden Pferden nachfolgen und sich bald auf diesen, bald auf jenen Körperteil niederlassen. Bei den fallenden Tropfen hingegen würde der Unterschied ganz geringfügig sein, beim Springen und beim Werfen schwerer Körper sogar völlig unmerklich.

Sagr. Obgleich es mir zur See niemals in den Sinn gekommen ist, die genannten Beobachtungen eigens zu diesem Zwecke anzustellen, so bin ich doch mehr als gewifs, dafs sie zu dem angeführten Ergebnis führen. So z. B. weifs ich noch, dafs ich mich in meiner

Kajüte hundertmal gefragt habe, ob das Schiff fahre oder stille stehe; und manchmal habe ich, in Gedanken vertieft, geglaubt, es gehe in der einen Richtung, während es sich nach der entgegengesetzten bewegte. Darum bin ich nunmehr völlig zufrieden gestellt und fest überzeugt von der Bedeutungslosigkeit aller Versuche, die angeblich mehr gegen als für die Umdrehung der Erde sprechen sollen. — Es bleibt nun noch der Einwand zu erledigen, der sich auf die Erfahrung gründet, dafs durch rasche Drehung Gegenstände, welche an einer rotierenden Maschine haften, fortgeschleudert werden und wegfliegen. Darum meinten viele, unter anderen Ptolemäus, wenn die Erde sich mit solcher Geschwindigkeit um sich selber drehe, so müfsten Steine und Tiere bis an die Sterne geschleudert werden, die Gebäude könnten durch keinen noch so zähen Mörtel mit dem Fundamente derart verbunden werden, dafs sie vor einem solchen Verderben geschützt würden.

Salv. Bevor ich zur Widerlegung dieses Einwandes schreite, kann ich nicht umhin, von einer Beobachtung zu sprechen, die ich tausendmal gemacht habe, und die stets meine Heiterkeit erregte: sie bezieht sich auf den Eindruck, den fast alle Menschen haben, wenn sie zum ersten Male von jener Bewegung der Erde reden hören. Sie hatten dieselbe bisher für fest und unbeweglich gehalten, so dafs sie nicht nur an dieser Ruhe niemals gezweifelt haben, sondern auch fest überzeugt waren, alle anderen Menschen hätten sie gleich ihnen für unbeweglich von Anbeginn gehalten, und so sei sie auch die verflossenen Jahrhunderte hindurch gewesen. In dieser Ansicht befangen stutzen sie dann, wenn sie hören, es schreibe ihr jemand Beweglichkeit zu: als ob er thörichterweise dächte, nachdem er sie für unbeweglich gehalten, dafs sie sich dann und nicht früher in Bewegung gesetzt habe, als bis Pythagoras oder sonst wer zuerst behauptete, sie bewege sich. Nun wundere ich mich ja nicht, wenn ein so thörichter Gedanke in den Köpfen gemeiner Leute von oberflächlicher Sinnesart Platz greifen kann — der Gedanke nämlich, dafs die Anhänger der Lehre von der Erdbewegung meinten, die Erde hätte seit ihrer Schöpfung bis auf die Zeit des Pythagoras stille gestanden und wäre erst in Bewegung geraten, als Pythagoras diese Ansicht aufstellte. Dafs aber ein Aristoteles und ein Ptolemäus diesen schülerhaften Schnitzer sich zu schulden kommen liefsen, scheint mir in der That eine höchst verwunderliche und unentschuldbare Naivetät.

Thorheit mancher Leute, welche glauben, die Erde habe begonnen sich zu bewegen, als Pythagoras zu behaupten begann, dafs sie sich bewege.

Sagr. Ihr meint also wirklich, Signore Salviati, Ptolemäus halte es für nötig, das Stillestehen der Erde Leuten gegenüber zu verteidigen, welche zugeben, sie habe bis zur Zeit des Pythagoras stille ge-

standen und sei erst dann in Bewegung geraten, als Pythagoras ihr diese Bewegung zuschrieb?

Salv. Man kann nicht wohl anders annehmen, wenn man sich die Art und Weise genauer ansieht, wie er gegen ihre Behauptung ankämpft. Seine Gegengründe bestehen in dem Hinweis auf die Zerstörung von Bauten, auf das Wegfliegen von Steinen, Tieren, ja Menschen gegen den Himmel hin. Da aber eine solche Vernichtung, ein solches Fortschleudern von Gebäuden und Tieren nur möglich ist, wenn vorher welche auf Erden vorhanden sind, und auf die Erde nur dann Menschen gesetzt und Gebäude auf ihr errichtet werden können, wenn sie stille steht, so wendet sich Ptolemäus offenbar gegen diejenigen, welche für eine gewisse Zeit der Erde Unbeweglichkeit zugestehen, nämlich für die Zeit, wo Tiere, Steine und Bauleute auf ihr verweilen und Paläste und Städte erbauen konnten, und welche nun plötzlich die Erde sich bewegen lassen, was dann zur Zerstörung und Vernichtung der Bauten, Tiere u. s. w. führt. Denn wäre seine Absicht gewesen, gegen die Ansicht zu streiten, wonach die Erde von ihrer Schöpfung an eine solche Drehung besitzt, so hätte er seine Widerlegung folgendermafsen formulieren müssen: Hätte die Erde sich von jeher bewegt, so wäre es niemals möglich gewesen, auf sie Tiere, Menschen oder Steine zu setzen, geschweige denn, Gebäude zu errichten, Städte zu gründen u. s. w.

Aristoteles und Ptolemäus scheinen die Erdbewegung solchen Leuten gegenüber zu bekämpfen, die glauben, dafs die Erde, nachdem sie lange Zeit stille gestanden, zur Zeit des Pythagoras sich in Bewegung gesetzt habe.

Simpl. Ich verstehe nicht recht, worin das Unangemessene bei Aristoteles und Ptolemäus liegen soll.

Salv. Ptolemäus argumentiert entweder gegen diejenigen, welche die Erde für beweglich von jeher gehalten, oder gegen den, der glaubt, sie habe eine Zeitlang stille gestanden und habe sich erst später in Bewegung gesetzt. Im ersten Falle hätte er sagen müssen: die Erde hat sich nicht von jeher bewegt, denn sonst hätte es auf Erden niemals Menschen, Tiere, Bauten gegeben, die Rotation der Erde würde ein Verweilen auf ihr nicht gestattet haben. Nun sagt er aber bei seiner Argumentation so: die Erde bewegt sich nicht, weil Tiere, Menschen und Bauten, welche bereits vorhanden sind, fortgeschleudert würden. Also nimmt er an, die Erde habe sich einmal in einem Zustande befunden, der Tieren und Menschen den Aufenthalt und eine Bauthätigkeit gestattete. Dies hat zur Folge, dafs sie eine Zeitlang fest gestanden haben mufs, also geeignet war für das Verweilen von Tieren und das Erbauen von Häusern. Versteht Ihr jetzt, was ich habe sagen wollen?

Simpl. Ich verstehe es und verstehe es auch nicht, dies beeinträchtigt aber die Güte der Sache wenig. Ein Schnitzer des Ptolemäus,

der aus Unachtsamkeit begangen worden ist, vermag nicht die Erde in Bewegung zu versetzen, wenn sie unbeweglich ist. Doch lassen wir die Späfse und beschäftigen wir uns mit dem Nerv des, wie mir scheint, unwiderleglichen Beweises.

Salv. Und ich, Signore Simplicio, will den Knoten noch fester schürzen, noch enger ziehen, indem ich der sinnlichen Wahrnehmung noch näher bringe, wie richtig es ist, dafs schwere Körper, welche rasch um ein festes Centrum geschwungen werden, den Trieb empfangen, sich von diesem Centrum zu entfernen, selbst wenn sie von Natur die Neigung haben, sich nach ihm hinzubegeben.[66]) Man binde an das Ende einer Schnur einen kleinen, mit Wasser gefüllten Eimer. Das andere Ende halte man fest in der Hand, mache sodann Arm und Schnur zum Halbmesser, das Schultergelenk zum Mittelpunkt, und lasse um dieses das Gefäfs sich rasch bewegen, so dafs es einen Kreis beschreibt. Die Ebene desselben mag horizontal oder vertikal oder beliebig geneigt sein: in keinem Falle wird das Wasser aus dem Gefäfse laufen. Im Gegenteil, derjenige, der es schwingt, wird fühlen, wie die Schnur einen Zug ausübt und sich von der Schulter zu entfernen strebt. Macht man in den Boden des Eimers ein Loch, so wird man beobachten, wie das Wasser ebenso sehr gen Himmel herausspritzt, wie seitlich und nach der Erde hin. Bringt man statt des Wassers Steine hinein und schwingt auf dieselbe Weise, so wird man auch in diesem Falle die gewaltsame Spannung der Schnur fühlen. Endlich sieht man, wie Kinder dadurch Steine in grofse Entfernungen schleudern, dafs sie ein Rohr im Kreise schwingen, an dessen äufserem Ende der Stein eingeklemmt ist. Das alles sind Beweise für die Richtigkeit der Behauptung, dafs nämlich die Rotation dem Körper einen Antrieb nach der Peripherie hin erteilt, sobald die Bewegung rasch ist. Wenn nun die Erde sich um sich selber drehte, so würde die Bewegung der Oberfläche, namentlich in der Nähe des Äquators, unvergleichlich viel schneller sein als die genannten und sie müfste demnach alles gen Himmel schleudern.

Schnelle Rotation vermag ein Fortschleudern, ein Zerstreuen zu bewirken.

Simpl. Der Einwand ist meiner Ansicht nach wohlbegründet und sehr gewichtig. Es müfste meines Bedünkens sonderbar zugehen, wenn es Euch gelänge, ihn zu beseitigen und zu widerlegen.

Salv. Die Widerlegung setzt die Bekanntschaft mit einigen Thatsachen voraus, die Ihr ebenso gut wifst und für richtig haltet wie ich. Ihr denkt aber nicht an sie, darum seht Ihr nicht, wie zu verfahren sei. Ohne dafs ich sie Euch also erst lehre — Ihr wifst sie ja bereits — werde ich sie Euch blofs in Erinnerung bringen und so bewirken, dafs Ihr selbst den Einwand widerlegt.

Unser Wissen ist nach Plato eine Art der Wiedererinnerung.

Simpl. Ich habe mehrfach auf Euere Weise zu diskutieren mein Augenmerk gerichtet, und bin dadurch zu der Meinung veranlafst, dafs Ihr der Platonischen Ansicht zuneigt, dafs *nostrum scire sit quoddam reminisci.*[67]) Darum benehmt mir, bitte, diesen Zweifel und sagt mir, wie Ihr darüber denkt.

Salv. Was ich von der Ansicht Platos denke, kann ich Euch einerseits mit Worten, andererseits aber auch durch Handlungen kund thun. Bei den bisher gepflogenen Diskussionen habe ich schon des öfteren meine Ansicht zu erkennen gegeben. Dieselbe Methode werde ich auch im vorliegenden Falle befolgen. Ihr werdet dann später an der Hand dieses Beispieles leichter verstehen können, wie ich mir die Aneignung von Erkenntnis denke, vorausgesetzt, dafs wir an einem anderen Tage Zeit finden und es Signore Sagredo nicht langweilt, eine solche Abschweifung zu machen.

Sagr. Es wird mir sogar sehr angenehm sein; denn ich erinnere mich, dafs ich zu der Zeit, wo ich Logik studierte, niemals den vielgerühmten vorzüglichen Beweis des Aristoteles habe verstehen können.

Salv. Fahren wir also fort; Signore Simplicio mag so gut sein, mir zu sagen, welche Bewegung das in die Kerbe des Rohres eingeklemmte Steinchen ausführt, während der Knabe es schwingt, um es in die Ferne zu schleudern.

Simpl. Solange der Stein sich in der Kerbe befindet, ist seine Bewegung kreisförmig; er bewegt sich nämlich längs eines Kreisbogens, dessen fester Mittelpunkt das Schultergelenk und dessen Radius das Rohr nebst dem Arme ist.

Salv. Wenn nun der Stein aus dem Rohre herausfährt, wie bewegt er sich dann? Setzt er seine frühere kreisförmige Bahn fort oder bewegt er sich längs einer anderen Linie?

Simpl. Keineswegs fährt er in seiner drehenden Bewegung fort; denn sonst würde er sich von der Schulter des Schleudernden nicht entfernen, während man doch sieht, wie er weit weg fliegt.

Salv. In welcher Weise bewegt er sich also?

Simpl. Lafst mich ein wenig nachdenken, denn ich habe mir noch niemals die Sache überlegt.

Salv. Signore Sagredo, merkt genau auf, wie hier das *quoddam reminisci*, wenn man es nur richtig deutet, zum Vorschein kommt. Ihr denkt lange nach, Signore Simplicio.

Die vom Schleudernden eingeprägte Bewegung kann nur geradlinig sein.

Simpl. Meiner Meinung nach kann die Bewegung beim Verlassen der Kerbe nur eine geradlinige sein; ja sie mufs notwendig geradlinig sein, insofern es sich blofs um den neu hinzutretenden Antrieb handelt. Es machte mich der Umstand etwas irre, dafs man den Stein einen

Bogen beschreiben sieht: da aber dieser stets nach unten gekrümmt ist, niemals nach einer anderen Richtung, so sehe ich ein, dafs diese Abweichung durch die Schwere des Steines bedingt ist, die ihn von Natur nach unten zieht. Der eingeprägte Antrieb ist geradlinig, behaupte ich unbedingt.

Salv. Aber längs welcher geraden Linie ist er gerichtet? Denn man kann unendlich viele gerade Linien nach allen möglichen Richtungen von der Kerbe des Rohrs und von dem Punkte aus ziehen, wo der Stein das Rohr verläfst.

Simpl. Er bewegt sich längs der geraden Linie, welche ebenso gerichtet ist, wie die Bewegung des Steines mit dem Rohre.

Salv. Ihr habt bereits hervorgehoben, dafs die Bewegung des Steines, während er in der Kerbe steckte, kreisförmig gewesen ist. Der Begriff des Kreises und der der Richtung widersprechen sich aber, da an einer Kreislinie kein Stück gerade ist.

Simpl. Ich meine nicht, dafs die Schleuderbewegung in Richtung der gesamten kreisförmigen erfolgt, sondern in der des letzten Punktes, bei welchem die kreisförmige Bewegung aufhörte. Ich weifs ganz wohl, was ich meine, aber ich kann mich nicht gut ausdrücken.

Salv. Auch ich merke, dafs Ihr die Sache versteht, es stehen Euch nur die richtigen Bezeichnungen nicht zu Gebote, um Euch auszudrücken zu können. Nun, diese kann ich allerdings Euch lehren, also Worte lehren, aber nicht Wahrheiten, welche thatsächliche Bedeutung haben. Um es Euch mit Händen greifen zu lassen, dafs Ihr die Sache wifst, dafs Euch blofs die Worte fehlen sie auszudrücken, sagt mir: wenn Ihr eine Kugel aus der Büchse schiefst, nach welcher Richtung erhält sie einen Antrieb sich zu bewegen?

Simpl. Sie erhält den Antrieb längs derjenigen geraden Linie sich zu bewegen, welche die Richtung des Laufes fortsetzt, d. h. welche weder nach rechts noch nach links, weder nach oben noch nach unten abweicht.

Salv. Mit anderen Worten, welche keinen Winkel mit der geradlinigen im Rohre stattfindenden Bewegung bildet.

Simpl. Das habe ich sagen wollen.

Salv. Wenn nun also die Bewegung des geschleuderten Steines sich fortsetzen soll, ohne einen Winkel mit der Kreislinie zu bilden, welche er zuvor in der Hand des Schleudernden beschrieb, und wenn diese Bewegung in eine geradlinige übergehen soll, welches mufs dann diese gerade Linie sein?

Simpl. Es kann nur die gerade Linie sein, die den Kreis im Trennungspunkte berührt. Denn alle anderen scheinen mir verlängert,

die Peripherie zu schneiden und würden deshalb einen Winkel mit ihr einschliefsen.

Salv. Ihr habt Euere Sache vortrefflich gemacht und Euch als ein halber Mathematiker bewiesen. Behaltet also im Gedächtnis, dafs Euere wahre Ansicht sich in folgenden Worten ausdrücken läfst: Der geschleuderte Körper empfängt den Antrieb sich längs der Tangente des Bogens zu bewegen, welchen der schleudernde Körper beschreibt, und zwar längs der Tangente in demjenigen Punkte, wo der geschleuderte Körper sich von dem schleudernden trennt.

Simpl. Ich verstehe sehr wohl; das ist es, was ich sagen wollte.

Salv. Welcher Punkt einer den Kreis berührenden Linie liegt nun dem Mittelpunkte dieses Kreises von allen am nächsten?

Simpl. Der Berührungspunkt ohne Zweifel. Denn er liegt auf der Peripherie, alle anderen hingegen aufserhalb derselben; die Punkte der Peripherie aber sind alle gleich weit vom Mittelpunkte entfernt.

Salv. Wenn also ein Körper vom Berührungspunkte aus sich bewegt, und zwar längs der Tangente, so entfernt er sich beständig sowohl vom Berührungspunkte als vom Mittelpunkte des Kreises.

Simpl. Gewifs, so ist es.

Salv. Wenn Ihr nun die von Euch ausgesprochenen Ergebnisse im Gedächtnis behalten habt, stellt sie zusammen und sagt mir, was sich daraus schliefsen läfst.

Simpl. Ich glaube doch nicht so vergefslich zu sein, dafs ich mich ihrer nicht zu entsinnen wüfste. Aus dem bisher Angeführten ergiebt sich, dafs ein geschleuderter Körper, welcher von dem Schleudernden schnell im Kreise bewegt wird, in dem Augenblicke, wo er sich von diesem entfernt, den Antrieb empfängt, seine Bewegung längs einer geraden Linie fortzusetzen, welche den beim Schleudern beschriebenen Kreis im Trennungspunkte berührt: hierdurch entfernt sich der geschleuderte Körper mehr und mehr von dem Mittelpunkte des Kreises, den er während des Schleuderns beschrieben hat.

Ein geschleuderter Körper bewegt sich längs der Tangente der tridierten Kreisbahn im Trennungspunkte.

Salv. Ihr wifst also jetzt den Grund, warum schwere Körper, welche an dem Umfange eines schnell bewegten Rades hatten, weggeschleudert werden und über die Peripherie hinaus immer weiter vom Centrum fortfliegen.

Simpl. Das glaube ich sehr wohl zu verstehen. Durch diese neue Erkenntnis aber wird mein Unglauben, dafs sich die Erde mit solcher Geschwindigkeit im Kreise drehen könne, ohne Steine, Tiere u. s. w. fortzuschleudern, eher vermehrt als vermindert.

Salv. Ganz ebenso, wie Ihr das Bisherige gewufst habt, werdet Ihr auch das noch Fehlende wissen, oder wifst es vielmehr schon.

Wenn Ihr darüber nachdächtet, würdet Ihr auch ohne meine Hilfe darauf kommen, der Kürze halber will ich Euch aber darauf verhelfen. Bisher wufstet Ihr von selbst, dafs die Kreisbewegung des Schleudernden dem geschleuderten Körper einen Antrieb mitteilt — sobald sie sich von einander trennen — sich längs der Tangente der kreisförmigen Bahn im Trennungspunkte zu bewegen; indem er seine Bewegung längs dieser fortsetzt, entfernt er sich dann mehr und mehr von dem Schleudernden. Ihr habt ferner gesagt, dafs er längs dieser fortfahren würde sich zu bewegen, wenn nicht infolge seines eigenen Gewichtes ein Antrieb nach unten hinzukäme, durch welchen die Krümmung der Flugbahn hervorgerufen wird. Auch scheint Ihr von selbst gewufst zu haben, dafs diese Biegung stets nach dem Mittelpunkte der Erde strebt, weil dorthin alle schweren Körper streben. — Jetzt gehe ich einen Schritt weiter und frage Euch: wird der Körper nach der Trennung bei Fortsetzung seiner geradlinigen Bewegung sich stets gleichförmig vom Centrum oder, wenn Ihr wollt, von der Peripherie jenes Kreises entfernen, von welchem die vorangehende Bewegung ein Teil war? Denn wenn ein Körper von dem Berührungspunkte der Tangente aus sich bewegt und zwar dieser Tangente entlang, so kommt es auf dasselbe hinaus, ob man sagt, er entferne sich gleichförmig vom Berührungspunkte oder vom Mittelpunkte des Kreises, nicht wahr?

Simpl. O nein! Denn die Tangente entfernt sich in der Nähe des Berührungspunktes aufserordentlich wenig von der Peripherie, mit welcher sie einen unendlich kleinen Winkel einschliefst.[6]) Mit zunehmender Entfernung aber wächst die Entfernung von ihr in stets gröfserem Verhältnis. In einem Kreise z. B., der zehn Ellen im Durchmesser hat, wird ein Punkt der Tangente, der zwei Spannen weit vom Berührungspunkte entfernt ist, drei bis viermal weiter von der Peripherie entfernt sein, als ein Punkt, der von der Kontaktstelle blofs eine Spanne Abstand hat; und ein Punkt der Tangente, der eine halbe Spanne entfernt ist, wird meiner Meinung nach ebenfalls kaum den vierten Teil so weit entfernt sein, als der zweite Punkt. In der Nähe der Berührungsstelle, in einem Abstande von etwa ein bis zwei Zoll, würde kaum wahrzunehmen sein, dafs die Tangente von der Peripherie verschieden ist.

Salv. Also ist die Entfernung des geschleuderten Körpers von der Peripherie der vorher zurückgelegten kreisförmigen Bahn am Anfange ganz winzig?

Simpl. Fast unmerklich.

Salv. Sagt mir nun, bitte: der geschleuderte Körper, welcher

infolge der Schleuderbewegung den Antrieb erhält, sich längs der Tangente zu bewegen, und der sich auch wirklich ihr entlang bewegen würde, wenn das eigene Gewicht ihn nicht nach unten zöge, wie lange nach der Trennung beginnt er nach unten abzuweichen?

Simpl. Ich glaube, dafs er sofort damit beginnt. Denn da nichts vorhanden ist, was ihn stützen könnte, so ist es unmöglich, dafs sich sein eigenes Gewicht nicht geltend machen sollte.

Ein schwerer geschleuderter Körper beginnt gleich nach seiner Trennung von dem Schleuderaden eine abweichende Richtung einzuschlagen.

Salv. Wenn folglich jener Stein, der von dem rasch umgedrehten Rade weggeschleudert wird, ebenso den natürlichen Hang hätte, sich nach dem Mittelpunkte besagten Rades zu bewegen, wie er in Wirklichkeit den Hang hat, sich nach dem Mittelpunkte der Erde hin zu bewegen, so wäre es leicht möglich, dafs er zu dem Rade zurückkehrte oder vielmehr sich gar nicht von ihm entfernte. Denn da zu Beginn der Trennung die Entfernung wegen der unendlichen Spitzigkeit des Berührungswinkels so aufserordentlich winzig ist, so würde jeder noch so geringe Trieb nach dem Centrum des Rades ausreichen, um ihn auf der Peripherie zurückzuhalten.[69])

Simpl. Unter der unzutreffenden und unmöglichen Voraussetzung, dafs der Trieb der schweren Körper nach dem Centrum des Rades gerichtet ist, würden dieselben unzweifelhaft nicht gewaltsam weggeschleudert werden oder fortfliegen.

Salv. Auch ich setze keineswegs voraus und habe keine Veranlassung vorauszusetzen, was thatsächlich nicht der Fall ist; denn ich stelle gar nicht in Abrede, dafs die Steine weggeschleudert werden. Ich bediene mich dieser Voraussetzung nur, damit Ihr das noch Fehlende ohne Schwierigkeit angeben könnt. Stellt Euch nun vor, die Erde sei das grofse Rad, welches, mit solcher Geschwindigkeit gedreht, die Steine wegschleudern sollte. Nun habt Ihr mir ja sehr schön zu sagen gewufst, dafs die Bahn des geschleuderten Körpers längs der geraden Linie gerichtet ist, welche die Erde im Trennungspunkte berührt. In welchem Betrage wird sich nun diese Tangente von der Erdoberfläche entfernen?

Simpl. Ich glaube auf tausend Ellen noch keinen Zoll.

Salv. Der geschleuderte Körper aber weicht von der Tangente nach dem Mittelpunkte der Erde hin ab, sagt Ihr; nicht wahr?

Simpl. Ich habe es gesagt und sage noch mehr. Ich begreife vollständig, dafs der Stein sich nicht von der Erde trennen wird. Denn seine Entfernung nähme anfangs so aufserordentlich wenig zu, dafs der Trieb nach dem Erdmittelpunkte tausendfach überwiegen würde. Dieser Mittelpunkt ist aber im vorliegenden Falle zugleich der Mittelpunkt des Rades. Daher mufs man in der That einräumen,

dafs Steine, Tiere und andere schwere Körper nicht weggeschleudert werden können. — Jetzt aber erregen mir die ganz leichten Dinge, die nur eine ganz schwache Neigung haben, sich abwärts nach dem Erdmittelpunkte zu bewegen, neue Bedenken. Da ihnen nämlich die Fähigkeit abgeht, zur Oberfläche zurückzugelangen, so sehe ich nicht ein, warum sie nicht fortgeschleudert werden sollten. Ihr wifst aber *ad destruendum sufficit unum.*[70])

Salv. Wir werden auch diesem Einwande begegnen. Sagt mir deswegen zuvor, was Ihr unter leichten Dingen versteht; meint Ihr schlechthin leichte Stoffe, die sich nach oben bewegen, oder nicht absolut leichte, sondern solche, die so geringe Schwere haben, dafs sie, wenn auch langsam, sich nach unten bewegen? Wenn Ihr nämlich von absolut leichten redet, so lasse ich sie Euch weggeschleudert werden, soviel Ihr wollt.

Simpl. Ich meine diese letzteren, wie etwa Federn, Wolle, Baumwolle u. dgl., bei welchen jede noch so geringe Kraft genügt, um sie in die Höhe zu heben, und die wir dennoch ganz ruhig auf der Erde liegen sehen.

Salv. Da eine Feder immerhin in gewissem, wenn auch noch so geringem Grade den Trieb besitzt, sich nach der Erdoberfläche hin zu bewegen, so behaupte ich: dieser genügt, um eine Erhebung derselben zu verhindern. Auch Euch ist dies wohlbekannt. Sagt mir darum: wenn die Feder infolge der Erdrotation weggeschleudert würde, längs welcher Linie würde sie sich bewegen?

Simpl. Längs der Tangente im Trennungspunkte.

Salv. Und wenn sie wieder zurückkehren sollte, längs welcher Linie würde das geschehen?

Simpl. Längs der Verbindungslinie der Feder mit dem Erdmittelpunkte.

Salv. Also kommen hier zwei Bewegungen in Betracht: eine Schleuderbewegung, welche an der Berührungsstelle beginnt und sich längs der Tangente fortsetzt, sodann eine zweite, welche von dem Triebe nach unten herrührt und längs der Sekante nach dem Centrum vor sich geht. Damit also die Schleuderbewegung zustande komme, mufs der Antrieb längs der Tangente den längs der Sekante gerichteten Trieb überwiegen. Ist es nicht so?

Simpl. Ich glaube ja.

Salv. Welche Eigenschaft mufs aber notwendig der Schleuderbewegung zukommen, damit sie jenen Trieb überwiege und somit die Loslösung und Entfernung der Feder von der Erde veranlasse.

Simpl. Ich weifs es nicht.

Salv. Wie, Ihr wifst es nicht? Es handelt sich um einen und denselben Körper, nämlich um eine und dieselbe Feder: wie kann nun ein und derselbe Körper die Oberhand über sich selber gewinnen, sich selber besiegen?[71])

Simpl. Ich kann mir nicht denken, wie er bei der Bewegung sich selber besiegen, oder sich selber unterliegen kann, es sei denn, dafs er sich einmal schneller, ein andermal langsamer bewegt.

Salv. Seht Ihr, Ihr habt es doch gewufst. Wenn also die Schleuderbewegung der Feder stattfinden, und demnach die Bewegung längs der Tangente das Übergewicht haben soll über die Bewegung längs der Sekante, wie müssen die beiden Geschwindigkeiten beschaffen sein?

Simpl. Die Bewegung längs der Tangente mufs bedeutender sein als die längs der Sekante. O, wie dumm ich bin! Ist sie nicht hunderttausendmal bedeutender und nicht nur als die Abwärtsbewegung der Feder, sondern auch als die des Steines! Und ich war wirklich so einfältig, mir einreden zu lassen, die Steine könnten durch die Rotation der Erde nicht weggeschleudert werden. Ich nehme alles wieder zurück und behaupte, dafs, wenn die Erde sich bewegte, Steine, Elefanten, Türme und Städte notwendig gen Himmel flögen. Da dies aber nicht geschieht, so behaupte ich, dafs sich die Erde nicht bewegt.

Salv. Ei, Signore Simplicio, ich fürchte, Euer Blut gerät in lebhaftere Bewegung als die Feder. Beruhigt Euch ein wenig und hört mich an. Wenn zum Verbleiben des Steines oder der Feder auf der Erdoberfläche seine Abwärtsbewegung bedeutender oder ebenso grofs sein müfste, wie die Bewegung in Richtung der Tangente, so würdet Ihr mit Recht behaupten dürfen, der fragliche Körper müsse sich ebenso schnell oder schneller längs der Sekante nach unten bewegen als längs der Tangente nach Osten. Aber habt Ihr mir nicht vor kurzem erklärt, dafs tausend Ellen Entfernung, vom Berührungspunkte aus auf der Tangente gemessen, kaum einen Zoll Entfernung von der Peripherie bewirken? Es genügt also nicht, dafs die Bewegung längs der Tangente, welche mit der täglichen Rotationsbewegung identisch ist, einfach schneller sei als die Bewegung der Sekante, welche mit der Abwärtsbewegung der Feder identisch ist; sondern jene mufs sovielmal schneller sein als diese, dafs die Zeit, während welcher die Feder etwa tausend Ellen auf der Tangente zurücklegt, unbedeutend sei im Vergleich zu der Zeit, während welcher die Abwärtsbewegung auf der Sekante einen Zoll beträgt. Dies aber wird niemals der Fall sein, behaupte ich, mag jene Bewegung so rasch und diese so langsam sein, als es Euch nur immer beliebt.

Simpl. Und aus welchem Grunde kann die Bewegung längs der Tangente nicht so schnell sein, dafs der Feder nicht Zeit bliebe zur Erdoberfläche zu gelangen?

Salv. Versucht die Sache präcis zu formulieren, so werde ich Euch entgegnen. Gebt also an, wievielmal geschwinder jene Bewegung als diese nach Euerer Ansicht mindestens sein mufs.

Simpl. Ich will etwa sagen, wenn jene eine Million mal schneller ist als diese, so würde die Feder und sogar auch der Stein weggeschleudert.

Salv. So sagt Ihr, aber Ihr irrt; und die Quelle Eueres Irrtums sind nicht etwa mangelhafte Kenntnisse in der Logik, Physik oder Metaphysik, sondern in der Geometrie. Denn wenn Euch blofs die ersten Elemente bekannt wären, so wüfstet Ihr, dafs man vom Kreismittelpunkte eine gerade Linie nach der Tangente ziehen kann derart, dafs die Strecke der Tangente zwischen dem Berührungspunkte und dem Fufspunkt der gezogenen Sekante ein-, zwei-, dreimillionenmal so grofs ausfällt als die Strecke zwischen der Tangente und der Peripherie. Je näher und näher die Sekante der Berührungsstelle rückt, um so mehr wächst dieses Verhältnis bis ins Unendliche. Man braucht daher nicht zu fürchten, wie schnell auch die Rotationsbewegung und wie langsam auch die Abwärtsbewegung sei, dafs die Feder oder etwas noch Leichteres anfangen kann in die Höhe zu steigen; denn stets überwiegt der Trieb nach unten die Geschwindigkeit der Schleuderbewegung.

Sagr. Ich verstehe die Sache noch nicht ganz.

Geometrischer Beweis der Unmöglichkeit eines Fortschleuderns infolge der Erdrotation.

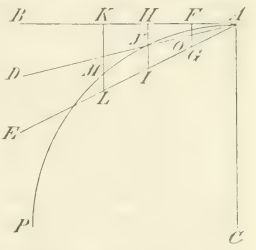
Salv. Ich will Euch das ganz allgemein und auf sehr leichte Art beweisen. Es sei ein Verhältnis gegeben gleich dem von BA zu C, und zwar sei BA sovielmal gröfser als C, wie man nur immer will. Ferner sei gegeben der Kreis mit dem Mittelpunkte D; von diesem aus soll eine Sekante derart gezogen werden, dafs die Tangente zu dem äufseren Abschnitte der Sekante sich verhalte wie BA zu C. Man suche zu diesem Zwecke die dritte Proportionale AI zu den beiden Linien BA

und C;[72]) sodann die vierte Proportionale EG zu den drei Stücken BI, IA und dem Durchmesser; endlich ziehe man von dem Punkte G die Tangente GH. Ich behaupte, dafs damit die Aufgabe gelöst ist, dafs also HG zu GE sich verhält wie BA zu C. — Denn da FE zu EG sich verhält wie BI zu IA, so folgt durch Komposition FG zu GE wie BA zu AI. Nun ist C die mittlere Proportionale zwischen BA und AI, und GH die mittlere Proportionale zwischen FG und GE; es mufs sich also ebenso wie BA zu C, auch FG zu GH, d. h. HG zu GE verhalten, und dies war in der Aufgabe verlangt worden.

Sagr. Ich verstehe diesen Beweis, gleichwohl ist mir nicht jeder Zweifel benommen. Im Gegenteil, es ist mir so verworren zu Mute, dafs es sich wie ein düsterer Nebel um meinen Geist lagert, und dafs mir die Richtigkeit der gezogenen Schlüsse nicht mit der lichtvollen Klarheit in die Augen springt, wie es bei mathematischen Gründen sonst zu geschehen pflegt. Was mich verwirrt macht, ist der folgende Umstand.[73]) Allerdings werden die Strecken zwischen Tangente und Peripherie in der Nähe des Berührungspunktes unendlich klein; ebenso wahr ist es aber andererseits, dafs auch die Neigung des Körpers sich abwärts zu bewegen in ihm um so geringer ist, je näher er sich dem Ausgangspunkte seiner Abwärtsbewegung, d. h. dem Ruhezustande befindet. Dies geht klar aus dem hervor, was Ihr uns früher auseinandergesetzt habt, als Ihr den Nachweis liefertet, wie ein fallender, vom Zustande der Ruhe ausgehender Körper, alle Stufen der Langsamkeit durchlaufen mufs, welche zwischen der Ruhe und irgend welcher bestimmten Stufe der Geschwindigkeit enthalten sind und welche schliefslich unendlich klein werden. Dazu kommt noch, dafs selbige Geschwindigkeit und Neigung zur Bewegung noch aus einem anderen Grunde ins Unendliche abnimmt. Es rührt dies daher, dafs die Schwere des betreffenden Körpers unendlich abnehmen kann. Es sind also zwei Ursachen vorhanden, welche den Trieb, sich nach unten zu bewegen, verringern und demnach ein Fortschleudern begünstigen, nämlich die Leichtigkeit des Körpers und die Nähe am Ruhezustand und beide sind einer Vermehrung ins Unendliche fähig. Diesen steht nur eine Ursache gegenüber, welche das Fortschleudern hindert, und obgleich auch diese ins Unendliche vermehrbar ist, so begreife ich doch nicht, wieso sie allein der vereinten und verbundenen Kraft der anderen beiden, gleichfalls ins Unendliche sich steigernden, die Spitze bieten kann.

Salv. Ein Bedenken, wie es Signore Sagredos würdig ist. Um es ins richtige Licht zu setzen derart, dafs wir eine klarere Einsicht

davon erlangen — Ihr sagt ja selbst, dafs Euere Vorstellungen darüber unklar sind — wollen wir uns durch eine graphische Darstellung die Sache verdeutlichen.[74]) Vielleicht wird diese gleichzeitig dazu beitragen, Euer Bedenken leichter zu widerlegen. Zeichnen wir also eine lotrechte, nach dem Centrum gerichtete Linie, es sei dies AC. Rechtwinkling zu ihr laufe die horizontale Linie AB, längs welcher die Schleuderbewegung gerichtet wäre und auf welcher der geschleuderte Körper mit gleichförmiger Geschwindigkeit fortfahren würde sich zu bewegen, wenn die Schwere ihn nicht nach unten zöge. Man denke sich nun vom Punkte A eine gerade Linie gezogen, die mit AB einen beliebigen Winkel einschliefst; es sei dies AE; wir tragen auf AB einige gleiche Strecken AF, FH, HK ab und errichten auf diesen die Senkrechten FG, HI, KL bis zum Schnitt mit der Linie AE. Da nun, wie früher bemerkt, der fallende schwere Körper, der vom Zustande der Ruhe ausgeht, mit der Zeit eine immer höhere Stufe von Geschwindigkeit erlangt, je mehr die Zeit wächst, so können wir uns vorstellen, die Strecken AF, FH, HK bedeuteten gleiche Zeiten, die Perpendikel FG, HI, KL die in genannten Zeiten erlangten Stufen der Geschwindigkeit. Es läfst sich danach die Geschwindigkeitsstufe, welche während der ganzen Zeit AK erlangt wird, durch die Linie KL in ihrem richtigen Verhältnisse zu der Stufe HI darstellen, welche in der Zeit AH erworben wird, und zu der Stufe FG, welche in der Zeit AF erworben wird. Diese Stufen KL, HI, FG stehen offenbar in demselben Verhältnis zu einander wie die Zeiten KA, HA, FA.[75]) Zieht man noch andere Perpendikel von beliebig gewählten Punkten der Strecke FA aus, so wird man immer kleinere, bis ins Unendliche abnehmende Stufen finden, je mehr man sich dem Punkte A nähert, der den ersten Zeitmoment und den ursprünglichen Ruhezustand repräsentiert. Durch Annäherung an den Punkt A erhalten wir also ein Bild von dem anfänglichen Triebe zur Abwärtsbewegung, welcher ins Unendliche abnimmt, wenn der Körper dem ursprünglichen Zustande der Ruhe sich nähert, diese Annäherung aber ist unendlicher Steigerung fähig. — Wir wollen jetzt die andere Geschwindigkeitsabnahme aufsuchen, welche gleichfalls bis ins Unendliche stattfinden kann und welche durch die Gewichtsabnahme des Körpers bedingt wird.[76]) Diese wird sich dadurch darstellen lassen, dafs man andere Linien vom Punkte A aus zieht, welche kleinere Winkel als den



Winkel BAE bilden, wie z. B. die Linie AD. Dieselbe schneidet die Parallelen KL, HI, FG in den Punkten M, N, O und stellt uns die in den Zeiten AF, AH, AK erlangten Geschwindigkeitsstufen FO, HN, KM dar; sie sind kleiner als die vorher betrachteten Stufen FG, HI, KL, welche in denselben Zeiten erworben werden, letztere aber von einem schwereren, erstere von einem leichteren Körper. Wenn man nun durch Annäherung der Linie EA an AB den Winkel EAB verkleinert — was bis ins Unendliche möglich ist, gerade wie das Gewicht sich bis ins Unendliche verringern kann — so vermindert sich offenbar gleichfalls die Geschwindigkeit des fallenden Körpers und demzufolge auch der Grund, der ein Fortschleudern verhindert. Darum scheint es, als ob bei gleichzeitiger Verminderung ins Unendliche der beiden dem Fortschleudern entgegenwirkenden Ursachen dieses nicht verhindert werden könnte. Fassen wir das ganze Argument kurz zusammen, so können wir sagen: durch Verkleinerung des Winkels EAB verringern sich die Geschwindigkeitsstufen LK, IH, GF; durch Annäherung der Parallelen KL, HI, FG an den Scheitel A vermindern sie sich gleichfalls; beide Verminderungen können bis ins Unendliche gesteigert werden. Die Geschwindigkeit der Abwärtsbewegung wird sich also so sehr vermindern können — da sie auf doppelte Weise unendlich klein gemacht werden kann — dafs sie nicht genügt, den Körper auf die Oberfläche des Rades zurückzubringen und folglich nicht imstande ist, die Schleuderbewegung zu hindern oder aufzuheben.

Damit nun andererseits das Fortschleudern gleichwohl nicht eintrete, müssen die Strecken, längs welcher der fortgeschleuderte Körper sich abwärts zum Rade hinzubegeben hat, so kurz und unbedeutend sein, dafs trotz der bis ins Unendliche erhöhten Langsamkeit beim Fallen des Körpers, diese dennoch ausreicht ihn dahin zurückzubringen. Es müfste also eine so hochgradige Abnahme besagter Strecken stattfinden, dafs sie nicht blofs sich ins Unendliche steigert, sondern auch die zwiefache Unendlichkeit überwiegt, die bei der Abnahme der Fallgeschwindigkeit nach unten stattfindet.[77]) Wie aber ist es möglich, dafs eine Gröfse stärker als eine andere abnimmt, die ihrerseits zwiefach unendlich klein wird? Jetzt seht, Signore Simplicio, wie weit man in der Naturphilosophie ohne Hilfe der Geometrie kommt. Die Stufen der Geschwindigkeit, welche teils durch die Gewichtsabnahme des Körpers, teils durch Annäherung an den Ausgangspunkt der Bewegung, also an den Ruhezustand, unendlich klein werden, sind gleichwohl immer bestimmt und proportional den Parallelen, die zwischen zwei Schenkeln eines Winkels enthalten sind, wie des Winkels BAE

oder BAD oder eines anderen unendlich spitzeren, aber immerhin geradlinigen Winkels. Die Abnahme der Strecken hingegen, längs welcher der Körper sich zur Oberfläche des Rades zurückbegeben muſs, ist einer anderen Art von Abnahme proportional, einer Abnahme, wie sie zwischen Linien stattfindet, welche einen unendlich viel kleineren und spitzeren Winkel einschlieſsen als einen noch so spitzen geradlinigen Winkel, einen Winkel von folgender Beschaffenheit. Man nehme auf der Senkrechten AC einen beliebigen Punkt C an und beschreibe um ihn als Mittelpunkt mit der Strecke CA einen Bogen AMP. Dieser wird die Parallelen, welche die Stufen der Geschwindigkeit veranschaulichen, stets schneiden, so klein sie auch sein mögen und in einen wie engen geradlinigen Winkel sie auch eingeschlossen sein mögen. Die zwischen dem Bogen und der Tangente AB enthaltenen Teile der Parallelen stellen die Gröſse der Strecken dar, um welche eine Abweichung von dem Umfange des Rades stattgefunden hat; sie werden fortwährend kleiner und in immer stärkerem Verhältnis kleiner als die Parallelen, auf welchen sie liegen, je mehr man sich der Berührungsstelle nähert. Die zwischen den geraden Linien enthaltenen Parallelen nehmen bei der Annäherung an den Scheitel immer in demselben Verhältnis ab: wenn z. B. die Linie AH im Punkte F halbiert ist, so wird die Parallele HI doppelt so groſs sein als FG; halbiert man FA nochmals und zieht durch den Mittelpunkt eine weitere Parallele, so wird diese gleich der Hälfte von FG sein. Setzt man die Teilung auf diese Weise ins Unendliche fort, so wird stets die nächstfolgende Parallele halb so groſs sein als die nächst vorangehende. Anders aber steht es mit den zwischen der Tangente und dem Kreisumfang enthaltenen Linien. Denn teilt man FA in der Weise ein wie vorher und nimmt beispielsweise an, die vom Punkte H ausgehende Parallele sei doppelt so groſs wie die vom Punkte F ausgehende, so wird diese mehr als doppelt so groſs sein wie die folgende; und wenn wir auf diese Weise an die Kontaktstelle A immer näher heranrücken, so wird sich ergeben, daſs die vorangehenden Linien die folgenden an Gröſse drei-, vier-, zehn-, hundert-, tausend-, hunderttausend-, hundertmillionenmal u. s. w. bis ins Unendliche übertreffen. Genannte Linien werden also schlieſslich so klein, daſs ihre Kürze bei weitem mehr als ausreichend ist, um einen noch so leichten geschleuderten Körper zur Umkehr zu veranlassen oder vielmehr sein Verbleiben auf der Peripherie zu bewirken.

Sagr. Ich verstehe diese Überlegung und die ihr zukommende Beweiskraft sehr wohl; dennoch glaube ich, wenn jemand durchaus daran rütteln wollte, so könnte er noch Bedenklichkeiten erheben.

Von den beiden Ursachen, welche die Abwärtsbewegung des Körpers bis ins Unendliche verlangsamen — so könnte man sagen — wächst freilich diejenige, welche durch die Nähe beim Ausgangspunkt der Bewegung bedingt wird, offenbar stets in demselben Verhältnis, gerade wie die Paralellen stets zu einander dasselbe Verhältnis haben. Dafs aber die Verminderung eben dieser Geschwindigkeit infolge der Gewichtsabnahme des Körpers — welches die zweite Ursache war — auch in demselben Verhältnis stattfindet, ist nicht so selbstverständlich. Wer bürgt uns dafür, dafs sie nicht im Verhältnis der zwischen Tangente[78]) und Peripherie enthaltenen Linien oder in einem noch stärker wachsenden Verhältnis erfolgt?

Salv. Ich hatte die Annahme zu Grunde gelegt, dafs die Geschwindigkeiten natürlich fallender Körper proportional ihrem Gewichte seien; es geschah dies dem Signore Simplicio und dem Aristoteles zu liebe[79]), der des öfteren dies als selbstverständliche Behauptung anführt. In der Rolle des Gegners richtet Ihr dagegen Eueren Zweifel und behauptet, möglicherweise könne die Geschwindigkeit in stärkerem, ja in unendlich mal stärkerem Verhältnis wachsen als die Schwere, wodurch die ganze soeben angestellte Erwägung haltlos würde. Zur Rechtfertigung brauche ich aber nur anzuführen, dafs das Verhältnis der Geschwindigkeiten viel kleiner ist als das der Gewichte, und dafs demnach das Gesagte nicht nur keine Abschwächung erfährt, sondern im Gegenteil eine vermehrte Geltung beanspruchen kann. Als Beweis dafür führe ich den Versuch an, der uns zeigt, dafs von zwei Körpern, deren einer vielleicht dreifsig- bis vierzigmal schwerer ist als der andere, wie etwa eine Kugel aus Blei und eine aus Kork, der schwerere sich noch lange nicht doppelt so schnell bewegt. Da nun ein Fortschleudern nicht stattfindet, wenn selbst die Verminderung der Fallgeschwindigkeit im Verhältnis der Schwere erfolgte, so wird dies um so weniger der Fall sein, sobald die Geschwindigkeit sich bei beträchtlicher Gewichtsabnahme nur wenig verringert. Aber gesetzt auch, die Geschwindigkeit vermindere sich in weit stärkerem Verhältnis als die Schwere, ja mag meinetwegen das Verhältnis das nämliche sein, in welchem die Parallelen zwischen Tangente und Peripherie abnehmen, so sehe ich keineswegs einen zwingenden Grund, warum ein Fortschleudern auch noch so leichter Stoffe stattfinden sollte; ich behaupte vielmehr, dafs ein solches auch in diesem Falle nicht eintreten würde. Dabei habe ich jedoch nicht leichte Körper im eigentlichen Sinne des Wortes im Auge, d. h. solche, die gar keine Schwere besitzen und von Natur sich aufwärts bewegen, sondern solche, die sehr langsam nach unten sich bewegen, also sehr geringe Schwere besitzen.

Zu dieser Ansicht werde ich durch den Umstand bewogen, dafs als äufserste und oberste Grenze der Gewichtsabnahme, welche in demselben Verhältnis wie bei den zwischen Tangente und Peripherie enthaltenen Parallelen stattfindet, die völlige Gewichtslosigkeit zu betrachten ist, ebenso wie als äufserste Grenze für die Abnahme der Parallelen die Berührung selbst zu gelten hat, d. h. ein unteilbarer Punkt. Nun vermindert sich aber die Schwere niemals bis zur äufsersten Grenze, weil dann der Körper überhaupt nicht schwer wäre; wohl aber reduziert sich der Abstand des geschleuderten Körpers von der Peripherie bis zur äufsersten Kleinheit, nämlich in dem Augenblicke, wo er auf der Peripherie in dem Berührungspunkte selber ruht, so dafs er, um zu ihr zurückzukehren, überhaupt keinen Raum zurückzulegen hat. Mag daher der Trieb sich abwärts zu bewegen noch so schwach sein, er ist doch immer mehr als ausreichend, um den Körper auf die Peripherie zurückzubringen; denn er steht von ihr um die kleinste Strecke, nämlich um Nichts, ab.

Sagr. Die Erwägung ist in der That höchst subtil, aber in demselben Mafse beweiskräftig. Man mufs es nur gestehen, wer naturwissenschaftliche Fragen ohne Hilfe der Geometrie behandeln will, unternimmt etwas Unausführbares.

Salv. Signore Simplicio wird anderer Meinung sein, wiewohl ich nicht glaube, dafs er zu denjenigen Peripatetikern gehört, die ihren Schülern vom Studium der Mathematik abraten, weil es die wissenschaftliche Befähigung beeinträchtige und sie für beschauliche Zwecke ungeeigneter mache.

Simpl. Ich möche Plato dieses Unrecht nicht anthun, wohl aber sage ich mit Aristoteles, dafs er sich allzusehr in sie versenkte, allzusehr in diese seine Geometrie sich verliebte.[80]) Denn im Grunde genommen, Signore Salviati, sind diese mathematischen Spitzfindigkeiten in der Theorie wohl richtig, aber auf sinnliche und physische Materie angewendet, stimmen sie nicht. Die Mathematiker mögen mittels ihrer Principien freilich beweisen, dafs z. B. *sphaera tangit planum in puncto*, eine Behauptung, die mit der vorliegenden Ähnlichkeit hat.[81]) Fafst man aber die Thatsachen ins Auge, so liegt die Sache anders. In derselben Weise beurteile ich diesen Eueren Berührungswinkel und Euere Proportionen. All das hält nicht Stich, wenn man es mit materiellen sinnlichen Dingen zu thun hat.

Salv. Ihr wollt also durchaus nicht glauben, dafs die Tangente die Erdoberfläche in einem Punkte berührt?

Simpl. Ich glaube, nicht nur in einem Punkte, sondern auf einer Strecke von vielen, vielen Ellen, vielleicht vielen Hunderten von Ellen

berührt eine gerade Linie die Wasseroberfläche und umsomehr die Erdoberfläche, ehe sie sich von ihr trennt.

Salv. Wenn ich Euch das nun zugestehe, seht Ihr nicht, dafs dies nur um so schlimmer für Euere Sache ist? Denn sogar unter der Voraussetzung, dafs die Tangente von der Erdoberfläche mit Ausnahme eines einzigen Punktes getrennt sei, ist die Unmöglichkeit des Fortschleuderns unter allen Umständen bewiesen worden und zwar durch Hinweis auf die aufserordentliche Kleinheit des Kontingenzwinkels, wenn der Ausdruck Winkel hierfür überhaupt gestattet ist. Um wieviel weniger Grund für eine Loslösung des geschleuderten Körpers liegt vor, wenn dieser Winkel völlig verschwindet, wenn die Oberfläche und die Tangente vereint ihren Fortgang nehmen? Seht Ihr nicht, dafs in diesem Falle die Schleuderbewegung auf der Oberfläche der Erde selbst stattfinden müfste, was soviel heifst als: sie findet nicht statt? Daraus könnt Ihr entnehmen, wie grofs die Kraft der Wahrheit ist: während Ihr versucht, sie zu Fall zu bringen, steht sie gerade durch Euere Angriffe um so fester und unbesiegbarer da. — Nun ich Euch aber diesen einen Irrtum benommen, möchte ich Euch nicht bei dem anderen belassen, bei der Ansicht nämlich, dafs eine materielle Kugel eine Ebene nicht blofs in einem Punkte berühre. Ich möchte auch, dafs die — wenn gleich auf wenige Stunden beschränkte — Unterhaltung mit Leuten, die einige geometrische Kenntnisse besitzen, Euch etwas klardenkender in den Augen derer erscheinen lasse, die nichts davon verstehen. Um Euch zu zeigen, welchen grofsen Irrtum man begeht, wenn man behauptet, eine Kugel z. B. von Bronze berühre eine Ebene z. B. von Stahl nicht in einem Punkte, sagt mir: was würdet Ihr von jemand denken, der steif und fest behauptete, eine Kugel sei in Wahrheit keine Kugel?

Die Kraft der Wahrheit bewährt sich bisweilen durch die gegen sie gerichteten Angriffe.

Simpl. Ich wäre der Meinung, es fehle ihm durchaus an Verstande.

Salv. In dieser Lage befindet sich aber der, welcher behauptet, die materielle Kugel berühre eine gleichfalls materielle Ebene nicht in einem Punkte; denn diese Behauptung ist identisch mit der anderen, dafs die Kugel keine Kugel ist. Zum Beweise dafür sagt mir, worin Ihr das Wesen der Kugel findet, d. h. welcher Umstand den Unterschied der Kugel von allen anderen räumlichen Gebilden bedingt.

Auch die materielle Kugel berührt die materielle Ebene blofs in einem Punkte.

Simpl. Ich glaube, das Wesen der Kugel besteht darin, dafs alle vom Mittelpunkte nach der Oberfläche gezogenen geraden Linien gleich sind.

Definition der Kugel.

Salv. Wenn also solche Linien nicht gleich sein sollten, so würde ein derartiger Körper unter keinen Umständen eine Kugel sein.

Simpl. Nein.

Salv. Sagt mir demnächst, ob von den vielen Linien, die man zwischen zwei Punkten ziehen kann, aufser einer geraden Linie noch eine andere möglich ist.

Simpl. Nein.

Salv. Ihr seht auch ein, dafs diese einzige gerade Linie notwendig kürzer sein mufs als jede andere.

Simpl. Ich sehe es ein und bin auch im Besitze eines klaren Beweises dafür, welcher von einem bedeutenden peripatetischen Philosophen herrührt. Ich glaube, wenn ich mich recht erinnere, dafs er damit einen Tadel gegen Archimedes verbindet, weil dieser den Satz als bekannt voraussetzt, während er ihn hätte beweisen können.

Salv. Das mufs ein grofser Mathematiker gewesen sein, der zu beweisen imstande war, was Archimedes weder bewies, noch beweisen konnte. Wenn Ihr Euch des Beweises erinnertet, würde ich ihn gerne hören; denn ich entsinne mich sehr wohl, dafs Archimedes in den Büchern über die Kugel und den Cylinder diese Behauptung unter die Postulate verweist, und ich bin daher überzeugt, dafs er sie für unbeweisbar hielt.

Simpl. Ich werde mich des Beweises wohl noch erinnern, denn er ist sehr kurz und leicht.

Salv. Um so gröfser die Schande für Archimedes und der Ruhm Eueres Philosophen.

Simpl. Ich will dieselbe Figur entwerfen wie er. Zwischen den Punkten A, B zieht er die gerade Linie AB und die krumme ACB, und will zeigen, dafs die gerade Linie die kürzere von beiden ist. Der Beweis lautet folgendermafsen:

Beweis eines Peripatetikers, dafs die gerade Linie von allen die kürzeste ist

er nimmt auf der Kurve einen Punkt an, er heifse C, und zieht zwei weitere gerade Linien AC, CB. Diese beiden zusammen sind, wie Euklid beweist, gröfser als die eine AB. Die krumme Linie ACB aber ist gröfser als die beiden geraden AC, CB; also wird die krumme ACB *a fortiori* viel gröfser sein als die gerade AB, was zu beweisen war.

Fehlschluss eben dieses Peripatetikers, der *ignotum per ignotius* beweist

Salv. Ich glaube, wenn man alle Fehlschlüsse der Welt zusammensuchte, könnte man kein passenderes Beispiel als dieses für den gröbsten aller Schlufsfehler finden, nämlich für den, welcher *ignotum per ignotius* beweist.[82])

Simpl. Inwiefern?

Salv. Ihr fragt noch? Ist nicht die unbekannte Schlufsfolgerung, welche Ihr beweisen wollt, die, dafs die Kurve ACB länger ist

als die Gerade AB? Das Mittelglied, das als bekannt angenommen wird, ist, dafs die Kurve ACB gröfser ist als die beiden geraden Linien AC, CB, von welchen dann weiter bekannt ist, dafs sie zusammen gröfser sind als AB, nicht wahr? Wenn Ihr nun schon nicht wifst, ob die Kurve gröfser ist als die eine gerade Linie AB, wie viel mehr müfst Ihr dann zweifeln, dafs sie gröfser sei als die beiden Geraden AC, CB, von welchen feststeht, dafs sie die eine AB an Gröfse übertreffen?

Simpl. Ich verstehe noch nicht recht, worin der Fehler liegt.

Salv. Da die beiden Geraden zusammen gröfser als AB sind — wie aus dem Euklid bekannt ist — wird dann nicht die Kurve, sobald sie gröfser ist als die beiden Geraden AC, CB, um so mehr gröfser sein als die eine Gerade AB?

Simpl. Jawohl.

Salv. Dafs die Kurve ACB gröfser ist als die Gerade AB, ist die Schlufsfolgerung, welche bekannter ist als das Mittelglied. Denn dieses besagt, dafs dieselbe Kurve gröfser ist als die beiden Geraden AC, CB. Wenn nun das Mittelglied weniger bekannt ist als die Schlufsfolgerung, so heifst das *ignotum per ignotius* beweisen. — Kehren wir jetzt zu unserem Gegenstande zurück. Es reicht aus, wenn Ihr einseht, dafs die Gerade die kürzeste von allen Linien ist, welche man zwischen zwei Punkten ziehen kann. Was nun die Hauptschlufsfolgerung betrifft, so behauptet Ihr, eine materielle Kugel berühre die Ebene nicht in einem Punkte: wie wird denn nun die Berührungsstelle beschaffen sein?

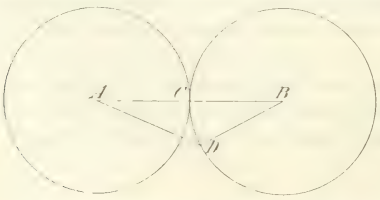
Simpl. Sie wird aus einem Teil der Oberfläche bestehen.

Salv. Und die Berührungsstelle einer anderen der ersten gleichen Kugel wird ebenfalls ein solches Oberflächenteilchen sein, nicht wahr?

Beweis, dafs die Kugel die Ebene nur in einem Punkte berührt.

Simpl. Es ist kein Grund vorhanden, warum es anders sein sollte.

Salv. Wenn also die beiden Kugeln sich berühren, werden auch diese sich mit den nämlichen zwei Oberflächenteilchen berühren; denn da sich jede von ihnen derselben Ebene anschmiegt, müssen sie das auch unter einander thun. Stellt Euch nun zwei einander berührende Kugeln mit den Mittelpunkten A, B vor. Man verbinde ihre Mittelpunkte durch die Gerade AB, welche die Berührungsstelle treffen wird; sie mag etwa durch den Punkt C gehen. Man ziehe dann von einem weiteren Punkte D der Berührungs-



stelle die beiden Geraden AD, BD. Es wird dann ein Dreieck ADB entstehen, dessen Seiten AD, DB zusammen der einen noch übrigen Seite ACB gleich sein müssen, da jene wie diese aus zwei nach Definition der Kugel gleichen Halbmessern bestehen. Demnach wird die gerade Verbindungslinie der Mittelpunkte A, B nicht von allen die kürzeste sein, da die beiden AD, DB ihr gleich sind. Dies ist nach dem, was Ihr eingeräumt habt, absurd.

Simpl. Dieser Beweis trifft nur auf abstrakte, nicht aber auf materielle Kugeln zu.

Salv. Gebt mir dann also an, worin das Fehlerhafte meines Beweises besteht, da er nicht auf materielle, wohl aber auf immaterielle, abstrakte Kugeln zutrifft.

Simpl. Materielle Kugeln sind mancherlei Einflüssen unterworfen, denen immaterielle nicht unterliegen. Warum könnte nicht, wenn man eine metallene Kugel auf eine Ebene legt, das eigene Gewicht auf die Ebene einen Druck ausüben, so dafs sie ein wenig nachgiebt, oder warum könnte die Kugel selbst bei der Berührung sich nicht abplatten? Überdies wird jene Ebene schwerlich vollkommen sein können, wenn aus sonst keinem Grunde, doch wegen der Porosität der Materie. Ebenso schwierig dürfte es sein, eine so vollkommene Kugel aufzutreiben, dafs bei ihr alle Linien vom Centrum nach der Oberfläche ganz genau gleich sind.

Warum die abstrakte Kugel die Ebene in einem Punkte berührt, nicht so aber die materielle und konkrete.

Salv. O, alles das gebe ich Euch gerne zu, aber es ist völlig belanglos. Denn um mir zu zeigen, dafs eine materielle Kugel eine materielle Ebene nicht in einem Punkte berührt, benutzt Ihr eine Kugel, die keine Kugel, und eine Ebene, die keine Ebene ist. Eueren Ausführungen zufolge giebt es entweder solche Dinge nicht auf der Welt, oder wenn es welche giebt, werden sie bei Anstellung des Versuchs zerstört. Ihr hättet also besser gethan die Behauptung, wenn auch nur bedingungsweise, zuzugeben, dafs nämlich, wenn es eine materielle Kugel und eine materielle Ebene gäbe, welche vollkommen wären und blieben, diese sich blofs in einem Punkte berührten: Ihr hättet dann hinzusetzen können, dafs es solche eben nicht giebt.

Simpl. Ich glaube, dafs die Behauptung der Philosophen in diesem Sinne zu verstehen ist. Denn ohne Zweifel bewirkt die Unvollkommenheit der Materie, dafs die konkret vorliegenden Dinge mit den bei abstrakten Betrachtungen zu Grunde gelegten nicht übereinstimmen.

Salv. Wieso stimmen sie nicht überein? Gerade was Ihr selbst jetzt eben sagt, beweist, dafs sie genau damit übereinstimmen.

Simpl. Inwiefern?

Salv. Sagt Ihr nicht, dafs infolge der Unvollkommenheit der Materie ein Körper, der vollständig kugelförmig sein sollte, und eine Fläche, welche vollkommen eben sein sollte, sich in Wirklichkeit von anderer Beschaffenheit erweisen, als man sie *in abstracto* sich vorstellt?

Simpl. Allerdings behaupte ich das.

Die abstrakten Verhältnisse entsprechen genau den konkreten.

Salv. Sobald Ihr also *in concreto* eine materielle Kugel auf eine materielle Ebene legt, so legt Ihr eine nicht vollkommene Kugel auf eine nicht vollkommene Ebene, und von diesen behauptet Ihr dann, dafs sie sich nicht in einem Punkte berühren. Ich aber behaupte, dafs auch *in abstracto* eine immaterielle Kugel, die keine vollkommene Kugel ist, eine immaterielle Ebene, welche keine vollkommene Ebene ist, möglicherweise nicht in einem Punkte, sondern mit einem Teile ihrer Oberfläche berühren kann. Insoweit also stimmt das, was *in concreto* eintritt, ganz mit dem überein, was *in abstracto* eintritt. Es wäre in der That etwas ganz Neues, wenn die Berechnungen und Operationen mit abstrakten Zahlen schliefslich nicht stimmten, sobald man sie *in concreto* auf Gold- und Silbermünzen und Waren anwendet. Wifst Ihr, wie die Sache liegt, Signore Simplicio? Gerade wie der Kalkulator, damit die Zucker-, Seide- und Wollerechnungen stimmen, seine Abzüge für das Gewicht der Kisten, der Verpackung und sonstigen Ballasts machen mufs, so mufs der Geometer, wenn er die theoretisch bewiesenen Folgewirkungen experimentell studieren will, die störenden Einflüsse der Materie in Abrechnung bringen. Wenn er das versteht, so versichere ich Euch, alles wird accurat ebenso stimmen wie die zahlenmäfsigen Berechnungen. Die Fehler liegen also weder an dem Abstrakten noch an dem Konkreten, weder an der Geometrie noch an der Physik, sondern an dem Rechner, der nicht richtig zu rechnen versteht. Hättet Ihr daher eine vollkommene, wenn gleich materielle, Kugel und Ebene, so zweifelt nicht, sie würden sich in einem Punkte berühren. Wenn es nun solche nicht gäbe, wie es sie in der That nicht giebt, so ist es sehr verkehrt zu sagen *sphaera aenea non tangit in puncto*. Aber noch eins, Signore Simplicio! Zugestanden, dafs ein vollkommen kugelförmiger Körper und eine vollkommene Ebene materiell nicht existieren können, glaubt Ihr, dafs zwei materielle Körper existieren können, die an ihrer Oberfläche irgendwo und irgendwie, meinetwegen auch unregelmäfsig, gekrümmt sind?

Simpl. Ich glaube, an solchen fehlt es nicht.

Die einpunktige Berührung ist keine aus-

Salv. Wenn es solche giebt, so werden auch sie sich in einem Punkte berühren; denn die einpunktige Berührung ist keineswegs ein besonderes Vorrecht der vollkommenen Kugel und vollkommenen

Ebene. Ja, wer diese Frage genau untersuchen wollte, würde finden, dafs es viel schwieriger ist, zwei Körper zu finden, welche sich mit einem Teile ihrer Oberfläche berühren, als in blofs einem Punkte. Denn damit zwei Flächen sich dicht an einander schmiegen, müssen entweder beide genau eben sein, oder die eine gewölbt und die andere ausgehöhlt; die Höhlung der letzteren mufs dann aber genau der Wölbung der ersteren entsprechen. Diese Bedingungen sind aber wegen ihrer strengen Bestimmtheit viel schwerer zu verwirklichen als die anderen, die wegen ihrer unbestimmten Allgemeinheit einen unendlichen Spielraum gewähren.

schliefsliche Eigentümlichkeit der vollkommenen Kugeln, sondern aller gekrümmten Figuren.

Es ist schwieriger Figuren zu finden, die sich mit einem Teile ihrer Oberfläche berühren als mit nur einem Punkte.

Simpl. Ihr meint also zwei Steine oder zwei Eisenstücke, die aufs Geratewohl aneinander gelegt werden, berührten sich in der Regel blofs in einem Punkte?

Salv. Bei zufälliger Berührung, nein. Denn einmal haftet gewöhnlich an ihnen irgend welche Verunreinigung, die ein wenig nachgiebt; sodann achtet man nicht darauf, sie ohne jede Erschütterung gegen einander zu legen. Eine solche reicht aber aus, wenn sie auch noch so klein sein mag, dafs die eine Oberfläche der anderen ein wenig nachgiebt und demzufolge wenigstens über eine kleine Stelle hin die eine sich auf der anderen abdrückt. Wenn aber ihre Oberflächen glatt poliert wären, wenn sie beide zur Vermeidung jedweden Drucks auf einen Tisch gelegt würden und man sie ganz sachte einander näherte, so zweifle ich nicht, dafs man es zu einer Berührung in blofs einem Punkte bringen könnte.

Sagr. Mit Euerer Erlaubnis mufs ich ein Bedenken zur Sprache bringen, das in mir aufstieg, als ich Signore Simplicio von der Unmöglichkeit reden hörte, dafs es einen materiellen festen Körper von vollkommener Kugelgestalt geben sollte, und als ich Signore Salviati dem gewissermafsen zustimmen sah, indem er keinen Widerspruch erhob. Ich möchte mir daher die Frage erlauben, ob es ebenso schwierig ist, einen Körper von irgend sonst einer Gestalt zu bilden, oder um mich deutlicher zu erklären, ob es mehr Schwierigkeiten macht, ein Stück Marmor in eine vollkommene Kugel umzugestalten als in eine vollkommene Pyramide oder ein vollkommenes Pferd oder eine vollkommene Heuschrecke.

Salv. Die erste Frage lafst mich beantworten. Zunächst bitte ich um Entschuldigung für die scheinbare Zustimmung, die ich dem Signore Simplicio zollte; sie sollte nur eine vorläufige sein. Auch ich wollte, ehe wir diesen Gegenstand verlassen, demselben oder einem ganz ähnlichen Gedanken wie Ihr Ausdruck verleihen. Ich beantworte Euere erste Frage und behaupte, dafs, wenn man einem Körper irgend-

Kugelgestalt leichter herzustellen als jede andere.

welche Gestalt geben kann, ihm keine leichter als die Kugelgestalt zu verleihen ist, wie sie denn auch die einfachste ist und unter den räumlichen Figuren dieselbe Rolle spielt wie der Kreis unter den ebenen. Die Konstruktion des Kreises ist ja von den Mathematikern, als von allen die leichteste, allein für würdig gehalten worden, unter die Postulate aufgenommen zu werden, welche für die Konstruktion aller anderen Figuren notwendig sind. Die Herstellung einer Kugel ist so leicht, dafs man nur in einer ebenen Platte von hartem Metall einen kreisförmigen Ausschnitt anzubringen und in diesem einen beliebigen, ganz roh abgerundeten Körper willkürlich hin- und herzudrehen braucht; er wird dann ganz von selbst, ohne dafs man sonst einen Kunstgriff anzuwenden hätte, die denkbar vollkommenste Kugelgestalt annehmen, vorausgesetzt, dafs besagter Körper nicht kleiner ist als die Kugel, die durch jenen Kreis eben hindurchgeht. Was dabei besonders beachtenswert ist, es werden sich in demselben Ausschnitt Kugeln von verschiedener Gröfse herstellen lassen. Was hingegen dazu gehört, ein Pferd oder, wie Ihr sagt, eine Heuschrecke zu bilden, stelle ich Euerem Urteil anheim, der Ihr wifst, wie wenige Bildhauer auf der Welt es giebt, die imstande sind, das zu leisten. Ich glaube, Signore Simplicio wird in dieser Frage nicht anders denken als ich.

Konstruktion des Kreises unter die Postulate aufgenommen.

Kugelförmige Körper verschiedener Gröfse lassen sich mit einem einzigen Instrumente herstellen.

Simpl. Ich weifs nicht, ob ich irgendwie anders darüber denke als Ihr. Meine Meinung ist, dafs keine der genannten Figuren vollkommen hergestellt werden kann. Handelt es sich aber darum, einen möglichst hohen Grad der Annäherung an die Vollkommenheit zu erzielen, so ist es meiner Meinung nach unvergleichlich viel leichter, einem Körper die Gestalt einer Kugel als die eines Pferdes oder einer Heuschrecke zu geben.

Sagr. Woher rührt nun aber Eueres Bedünkens diese gröfsere Schwierigkeit?

Simpl. Gerade wie die leichte Herstellbarkeit der Kugel durch ihre absolute Einfachheit und Gleichförmigkeit bedingt wird, so erschwert die aufserordentliche Unregelmäfsigkeit der übrigen Figuren ihre Anfertigung ungemein.

Unregelmäfsige Formen schwer herzustellen.

Sagr. Da also die Unregelmäfsigkeit die Schwierigkeit verursacht, wird auch die Gestalt eines mit dem Hammer aufs Geratewohl zerschlagenen Steines zu den schwer herstellbaren gehören; denn sie ist vielleicht noch unregelmäfsiger als die eines Pferdes, nicht wahr?

Simpl. Allerdings mufs das der Fall sein.

Sagr. Aber sagt mir: die Gestalt, die der Stein hat, mag sie sein, wie sie will, hat er in höchster Vollkommenheit, oder nicht?

Simpl. Diejenige, welche er hat, hat er in solcher Vollkommenheit, dafs keine andere ihr an Genauigkeit gleichkommt.

Sagr. Wenn also von den unregelmäßigen, mithin schwer herstellbaren Gestalten, dennoch unendlich viele mit höchster Vollkommenheit erhalten werden können, welche Veranlassung hat man dann zu sagen, dafs die einfachste, und folglich leichteste von allen, unmöglich vorhanden sein kann?

Salv. Ohne den Herren zu nahe treten zu wollen, ich glaube, wir führen einen Streit um des Kaisers Bart. Während wir unsere Erwägungen über ernste und bedeutende Fragen fortsetzen sollten, verschwenden wir die Zeit mit nichtigem Gezänk über völlig unerhebliche Dinge. Seien wir, bitte, eingedenk, dafs die Frage nach dem Bau des Weltalls zu den gröfsten und vornehmsten Problemen der Naturwissenschaften zählt, umsomehr als sie zur Lösung eines anderen führt, nämlich zur Erklärung von Ebbe und Flut, die seither von allen grofsen Männern versucht und vielleicht von keinem gefunden worden ist.[83]) — Wenn also nichts mehr vorzubringen ist betreffs der völligen Erledigung des Einwandes, der von der Rotation der Erde hergenommen ist — es war dies das letzte Argument für die Unmöglichkeit der Drehung der Erde um ihren Mittelpunkt — so können wir nunmehr zur Prüfung der Gründe für und wider die jährliche Bewegung übergehen.

Frage nach dem Bau des Weltalls eines der vornehmsten Probleme.

Sagr. Ich möchte nicht, Signore Salviati, dafs Ihr unseres gleichen nach dem Mafsstab Eueres Geistes beurteiltet. Ihr, der Ihr Euch nur mit den höchsten Fragen zu beschäftigen pflegt, haltet für nichtig und trivial, was unserem Geiste als angemessene Nahrung erscheint. Verschmäht es also uns zu liebe nicht, bisweilen zur Befriedigung unserer Neugierde Euch ein wenig herabzulassen. — Was sodann die Erledigung des letzten Einwandes betrifft, der sich auf das Fortschleudern infolge der täglichen Rotation bezog, so hätte es für mich gar nicht alles dessen bedurft, was vorgebracht wurde. Gleichwohl ist mir das, was zum Überflusse zur Sprache kam, so merkwürdig vorgekommen, dafs es nicht nur nicht meinen Geist ermüdete, sondern ihn durch den Reiz der Neuheit derart fesselte, wie ich es mir nicht angenehmer wünschen könnte. Wenn Ihr also sonst noch eine Untersuchung hinzuzufügen habt, bringt sie nur vor, da ich für mein Teil gerne davon Kenntnis nehmen werde.

Salv. Ich habe stets an den von mir selbst gemachten Entdeckungen die gröfste Freude gehabt; nächst diesem hauptsächlichen Vergnügen aber ist mir das Angenehmste, sie einem Freunde mitzuteilen, der dafür Verständnis hat und Gefallen daran findet. Da Ihr

nun zu diesen gehört, so lasse ich meinem Ehrgeiz ein wenig die Zügel schiefsen; dieser erbaut sich innerlich daran, wenn ich mich scharfsinniger erweise als andere Leute, die ihres Scharfblicks wegen berühmt sind.[84]) So will ich denn als Krönung der stattgehabten Erörterung, als Extrazugabe, einen anderen Fehler der Anhänger des Ptolemäus und des Aristoteles zur Sprache bringen, welchen sie sich bei dem schon besprochenen Argumente zu schulden kommen lassen.[85])

Sagr. Seht, wie ich lüstern darauf warte ihn zu vernehmen.

Salv. Wir haben es bis jetzt als unumstöfsliche Thatsache hingenommen und dem Ptolemäus eingeräumt, dafs die auf den Stein wirkende Schleuderkraft, welche durch die Geschwindigkeit des um seinen Mittelpunkt sich drehenden Rades erzeugt wird, in demselben Mafse wächst, wie die Drehungsgeschwindigkeit zunimmt. Daraus ergab sich, weil die Geschwindigkeit der Erdrotation bei weitem gröfser ist als die jeder künstlich in Bewegung versetzten Maschine, dafs das Fortschleudern der Steine und Tiere u. s. w. demnach mit gröfster Heftigkeit erfolgen müsse. Nun mache ich darauf aufmerksam, dafs bei dieser Schlufsweise ein grober Fehler unterläuft, sobald wir unterschiedslos und ohne weiteres die Geschwindigkeiten mit einander vergleichen. Wenn ich freilich die Geschwindigkeiten desselben Rades oder zweier einander gleichen Räder in Vergleich stelle, dann wird allerdings das schneller bewegte die Steine mit gröfserer Kraft fortschleudern und mit wachsender Geschwindigkeit wird in demselben Verhältnis die Schleuderkraft wachsen. — Man vergröfsere nun aber die Geschwindigkeit nicht durch vermehrte Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades selbst, welches dadurch geschähe, dafs man die Anzahl der Umdrehungen innerhalb gleicher Zeitintervalle vermehrte, sondern durch Vergröfserung des Durchmessers, durch Herstellung eines gröfseren Rades, wobei die Dauer einer Umdrehung bei dem kleinen wie bei dem grofsen Rade die nämliche bleiben soll; bei dem grofsen Rade würde dann die gröfsere Geschwindigkeit nur durch seinen gröfseren Umfang bedingt sein. Unter diesen Umständen mag nur niemand glauben, die Schleuderkraft beim grofsen Rade wüchse im Verhältnis der Geschwindigkeit seines Umfanges zu der Geschwindigkeit des Umfanges des kleineren Rades. Dies nämlich ist durchaus falsch, wovon uns einstweilen ein höchst einfaches Experiment einen rohen Beweis liefern mag. Denn wir werden einen Stein, den wir mit einem ellenlangen Rohre schleudern können, mit einem sechs Ellen langen nicht zu schleudern imstande sein, mag auch das Ende des langen Rohres, also auch der darin eingeklemmte Stein, sich doppelt so schnell bewegen als die Spitze des kürzeren Rohres: ein

Die Schleuderkraft wächst nicht im Verhältnis der durch Vergröfserung des Rades bedingten gröfseren Geschwindigkeit.

Fall, der eintreten wird, wenn die Geschwindigkeiten so geregelt sind, dafs in der Zeit, wo das gröfsere Rohr eine ganze Umdrehung macht, das kleinere deren drei ausführt.

Sagr. Was Ihr da sagt, Signore Salviati, mufs allerdings eintreten, ich sehe es ein. Aber ich kann im Augenblicke nicht so rasch übersehen, warum gleiche Geschwindigkeiten nicht die gleiche Wirkung beim Fortschleudern der Körper üben, sondern die des kleineren Rades eine lebhaftere als die des gröfseren Rades. Ich bitte Euch daher, mir zu erklären, wie die Sache zugeht.

Simpl. Diesmal, Signore Sagredo, erkenne ich Euch nicht wieder; sonst pflegt Ihr im Augenblicke alles zu durchschauen und jetzt lafst Ihr bei dem Versuch mit den beiden Rohren einen Fehler durchschlüpfen, den ich habe durchschauen können Er rührt von der verschiedenen Wirkungsweise her, wenn man das Schleudern einmal mit dem kurzen und einmal mit dem langen Rohre ausführt. Damit nämlich der Stein die Kerbe verlasse, darf man nicht seine Bewegung gleichmäfsig fortsetzen, sondern mufs in dem Augenblicke, wo sie am schnellsten ist, den Arm einhalten und die Geschwindigkeit des Rohres hemmen. Infolge davon macht der Stein, der eben in schnellster Bewegung begriffen ist, sich los und bewegt sich mit Wucht weiter. Eine solche Hemmung läfst sich bei dem gröfseren Rohre nicht vornehmen, welches seiner Länge und Biegsamkeit wegen der Lenkung des Armes nicht völlig gehorcht. Es folgt vielmehr dem Steine noch ein Stück Wegs, hält ihn also mit sanftem Zügelzug an sich und läfst ihn nicht davon fliegen, wie wenn es auf ein hartes Hindernis gestofsen wäre. Wenn beide Rohre auf ein Hemmnis stiefsen, welches sie zum Stillestehen brächte, so glaube ich, der Stein würde in dem einen wie in dem anderen Falle fortfliegen, auch wenn die Bewegungen gleich schnell sein sollten.

Sagr. Mit Signore Salviatis Erlaubnis will ich dem Signore Simplicio einiges erwidern, da er sich an mich gewandt hat. Ich behaupte, dafs in dem, was er sagte, Gutes und Schlechtes enthalten ist: Gutes, weil fast alles wahr ist, Schlechtes, insofern es nicht im geringsten für unseren Gegenstand von Belang ist. Es ist sehr richtig, dafs die Steine, wenn der Gegenstand, der sie rasch dahinträgt, auf ein unbewegliches Hindernis stöfst, mit Wucht vorwärts fliegen. Es ist das dieselbe Erscheinung, welche man alltäglich bei einem Boote beobachten kann; sobald ein solches, in schneller Fahrt begriffen, auflänft oder auf irgend welches Hindernis stöfst, so verlieren plötzlich alle darin Befindlichen das Gleichgewicht, wenn sie unvermutet davon betroffen werden, und fallen nach der Richtung, in welcher das Fahr-

Die tägliche Erdrotation zugegeben, würden Bauten und selbst Berge, ja vielleicht der ganze Erdball sich auflösen, wenn er plötzlich durch ein Hindernis zum Stehen gebracht würde.

zeug führ. Wenn der Erdball ein ähnliches Hindernis anträfe, welches ganz und gar seiner Drehung sich widersetzte, und welches ihn zum Stillestehen brächte, so würden allerdings, glaube ich, nicht nur Tiere, Gebäude und Städte, sondern Berge, Seeen und Meere zerstört werden, wenn nicht gar der Erdball selbst zersplitterte. Aber nichts von alle dem hat mit unserem Gegenstande etwas zu thun; wir sprechen ja von dem, was eintreten kann bei einer gleichmäfsigen, ungestörten, wenn auch sehr schnellen Drehung der Erde um sich selbst. Auch das, was Ihr von den beiden Rohren sagt, ist teilweise richtig. Aber Signore Salviati wollte damit auch kein Beispiel geben, welches ganz dem Gegenstande entspräche, den wir behandeln, er wollte nur ganz von ungefähr unsere Aufmerksamkeit darauf lenken, dafs es einer sorgfältigen Prüfung bedarf, ob die Schleuderkraft bei irgendwie wachsender Geschwindigkeit in demselben Verhältnis wächst. Wenn z. B. ein Rad von zehn Ellen Durchmesser sich so bewegt, dafs ein Punkt seiner Peripherie in einer Zeitminute hundert Ellen zurücklegt und darum Schwungkraft genug hat, einen Stein fortzuschleudern, so fragt es sich, ob diese Kraft hunderttausendmal so grofs wird bei einem Rade, welches einen Durchmesser von einer Million Ellen besitzt. Dies stellt Signore Salviati in Abrede und ich neige derselben Ansicht zu, ohne sie indessen begründen zu können. Eben darum habe ich ihn gebeten, dies zu thun und bin sehr gespannt, die Erklärung zu hören.

Salv. Ich bin bereit Eueren Wunsch zu erfüllen, soweit es in meinen Kräften steht. Und obgleich Euch vielleicht bei meinen ersten Worten scheint, als beschäftigte ich mich mit nicht hierher gehörigen Dingen, so glaube ich doch, wir werden beim Fortgange der Untersuchung finden, dafs dem nicht so ist.[86]) Darum sagt mir, Signore Sagredo: worin besteht nach Eueren Beobachtungen der Widerstand, den irgend ein Körper der Bewegung entgegensetzt?

Sagr. Soviel ich einstweilen sehe, setzt ein Körper der Bewegung nur dann inneren Widerstand entgegen, wenn er einen natürlichen Hang und Trieb zu der entgegengesetzten Bewegung hat; so leisten die schweren Körper, welche einen Trieb zur Abwärtsbewegung besitzen, Widerstand gegen eine Bewegung nach oben. Inneren Widerstand, habe ich gesagt, denn diesen meint Ihr vermutlich und nicht etwa die äufseren Widerstände, die zufällig und sehr verschiedenartig sein können.

Salv. Das habe ich sagen wollen. Euer Scharfsinn hat meiner Umsicht den Rang abgelaufen. Wenn ich aber einerseits meine Frage zu knapp bemessen habe, so zweifle ich dagegen auch, dafs Signore Sagredo mit seiner Antwort völlig das Richtige getroffen hat. Ich

glaube, dem Körper wohnt, abgesehen von dem natürlichen Triebe nach der entgegengesetzten Richtung, eine andere gleichfalls innerliche und natürliche Eigenschaft inne, die ihn der Bewegung sich widersetzen läfst. Ich frage darum noch einmal: glaubt Ihr nicht, die Neigung der schweren Körper sich abwärts zu bewegen sei ebenso grofs wie der Widerstand derselbigen Körper gegen eine aufwärts gerichtete Bewegung?

Der Trieb schwerer Körper zur Bewegung nach unten gleich dem Widerstande gegen die Bewegung nach oben.

Sagr. Allerdings sind sie meiner Meinung nach genau gleich. Darum sieht man auch bei der Wage zwei gleichschwere Körper ruhig im Gleichgewicht bleiben, da die Schwere des einen Widerstand leistet gegen das Emporschnellen vermöge der Schwere, mit welcher das andere Gewicht nach unten drückt und jenes heben möchte.

Salv. Sehr gut! Damit demnach eines das andere hebe, müfste das nach unten drückende an Gewicht zu-, oder das andere daran abnehmen. Wenn aber in dem Gewichte allein die Ursache des Widerstands gegen die Bewegung nach oben zu suchen ist, woher rührt es dann, dafs bei der Wage mit ungleichen Armen, nämlich bei der Schnellwage, bisweilen ein Gewicht von hundert Pfund trotz seines Druckes nach unten nicht ausreicht, um eines von vier Pfund, das ihm entgegenwirkt, zu heben, ja dafs sich sogar jenes von vier Pfund senken und infolge dessen das von hundert Pfund in die Höhe steigen kann? Diese Wirkung übt nämlich das Laufgewicht, welches als Gegengewicht für den zu wägenden schweren Körper dient. Wenn der Widerstand gegen die Bewegung nur auf der Schwere beruht, wieso kann dann das vier Pfund schwere Laufgewicht dem Gewichte eines Ballens Wolle oder Seide von achthundert oder tausend Pfund Widerstand leisten, ja durch sein Moment den Ballen besiegen und ihn heben? Man kann nicht umhin, Signore Sagredo, zu sagen, dafs man es hier noch mit einem anderen Widerstande, einer anderen Kraft zu thun hat, als blofs mit der Schwere.

Sagr. Allerdings mufs das so sein; so nennt mir denn jene zweite Eigenschaft.

Salv. Es ist der Umstand, der bei der gleicharmigen Wage fehlt. Bedenkt, welcher neue Faktor bei der Schnellwage eine Rolle spielt: ihm mufs notwendig die Ursache der neuen Erscheinung zugeschrieben werden.

Sagr. Ich glaube, Euer Fragen hat mich auch auf einen Einfall gebracht. Bei beiden Apparaten hat man es mit einem Gewichte und einer Bewegung zu thun. Bei der gewöhnlichen Wage sind die Bewegungen gleich, und aus diesem Grunde mufs das eine Gewicht das andere an Schwere übertreffen, um es in Bewegung zu setzen. Bei

der Schnellwage hingegen wird das kleinere Gewicht das gröfsere nur dann bewegen, wenn letzteres infolge seiner geringen Entfernung vom Drehpunkt sich nur wenig bewegt, während ersteres wegen seiner gröfseren Entfernung vom Drehpunkt sich stark bewegt. Man kommt also zu dem Ergebnis, dafs das kleinere Gewicht den Widerstand des gröfseren dadurch besiegt, dafs es sich bedeutend, das andere hingegen nur unbedeutend bewegt.

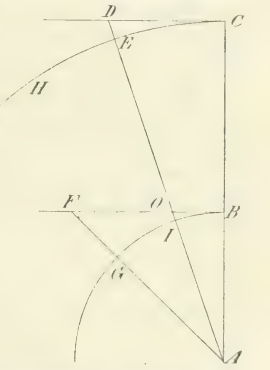
Salv. Das heifst also: die Geschwindigkeit des weniger schweren Körpers kompensiert das Gewicht des schwereren, aber langsameren Körpers.

Sagr. Meint Ihr aber, die Geschwindigkeit könne den Mangel der Schwere völlig ausgleichen? Ist also das Moment und die Kraft eines Körpers von beispielsweise vier Pfund Gewicht ebenso grofs wie die eines hundert Pfund schweren, sobald jener eine Geschwindigkeit von hundert Grad, dieser eine solche von vier Grad besitzt?[87])

Die gröfsere Geschwindigkeit kompensiert gerade die gröfsere Schwere

Salv. Ganz gewifs; ich könnte Euch das mittels vielfältiger Versuche nachweisen, einstweilen aber mag die Bestätigung, welche die Schnellwage an die Hand giebt, ausreichen. Bei ihr könnt Ihr beobachten, wie das leichte Laufgewicht dem sehr schweren Ballen zu widerstehen und das Gleichgewicht zu halten vermag, sobald sein Abstand vom Stütz- und Drehpunkt der Schnellwage den Arm, an welchem der Ballen wirkt, sovielmal an Gröfse übertrifft, wie das absolute Gewicht des Ballens gröfser ist als das des Laufgewichts. Diese Unfähigkeit des grofsen Ballens vermöge seines Gewichtes das soviel leichtere Laufgewicht zu heben, kann nur in dem Unterschied der Bewegungen begründet sein, welche beide eventuell auszuführen hätten. Denn unter der Annahme, dafs der Ballen hundertmal schwerer ist als das Laufgewicht und dafs die Entfernung des Laufgewichtes vom Drehpunkt der Schnellwage hundertmal so grofs ist als die Entfernung des Aufhängungspunktes vom Drehpunkt, würde ein Sinken des Ballens um einen Zoll das Laufgewicht hundert Zoll hoch heben. Wenn nun aber das Laufgewicht um eine Strecke von hundert Zoll sich hebt in der nämlichen Zeit, wo der Ballen sich einen Zoll tief senkt, so heifst das mit anderen Worten: die Geschwindigkeit des sich bewegenden Laufgewichtes ist hundertmal so grofs als die Geschwindigkeit des in Bewegung begriffenen Ballens. Prägt es nun Euerem Geiste als unumstöfslich richtigen Grundsatz ein: der von der Geschwindigkeit der Bewegung herrührende Widerstand kompensiert den durch das Gewicht eines anderen Körpers bedingten. Es ist folglich ebenso schwer einem Körper von einem Pfund Gewicht Einhalt zu thun, wenn er sich mit einer Geschwindigkeit von hundert Grad bewegt,

als einem Körper von hundert Pfund, der sich mit einer Geschwindigkeit von einem Grade bewegt. Ferner werden zwei gleiche Körper allerdings mit gleichem Widerstreben sich bewegen lassen, wenn sie in gleich schnelle Bewegung versetzt werden sollen; wenn der eine aber schneller als der andere bewegt werden soll, so wird er gröfseren Widerstand leisten, entsprechend dem Mehrbetrag der Geschwindigkeit, die ihm mitgeteilt werden soll. — Nach diesen Feststellungen kommen wir zu der Behandlung unseres eigentlichen Problems. Behufs leichteren Verständnisses entwerfen wir eine kleine Zeichnung. Um das Centrum A mögen sich zwei ungleiche Räder drehen. Die Peripherie des kleineren sei BG, die des gröfseren CEH, der Radius ABC sei lotrecht, und durch die Punkte B, C seien die Tangenten BF, CD gezogen. Sodann seien auf den Bogen BG, CE die beiden Stücke BG und CE von gleicher Länge. Angenommen nun, die beiden Räder bewegten sich um ihren Mittelpunkt mit gleichen Geschwindigkeiten derart, dafs zwei Körper, etwa zwei in B und C befindliche Steine, längs der Peripherieen BG und CE mit gleichen Geschwindigkeiten fortgeführt werden; es würde dann also in derselben Zeit, in welcher der Stein B den Bogen BG durchläuft, der Stein C den Bogen CE zurücklegen. Ich behaupte nun, dafs die Rotation des kleineren Rades weit eher den Stein B fortzuschleudern vermag, als die Rotation des gröfseren Rades den Stein C. Denn da, wie früher bemerkt, das Fortschleudern längs der Tangente erfolgen mufs, so würden die Steine B und C, sobald sie sich von dem Rade losreifsen und von den Punkten B und C aus ihre Schleuderbewegung beginnen sollten, durch den ihnen vermöge der Rotation mitgeteilten Antrieb längs der Tangenten BF, CD weggeschleudert werden. Es ist also der Trieb der beiden Steine sich längs der Tangenten BF und CD zu bewegen bei beiden der gleiche; sie würden diesem Triebe auch Folge leisten, wenn sie nicht durch irgend welche andere Kraft abgelenkt würden. Oder ists nicht so, Signore Sagredo?



Sagr. So verhält sich die Sache, wie mir scheint.

Salv. Welche Kraft aber ist es, nach Euerer Meinung, welche die Steine davon zurückhält, sich längs der Tangente zu bewegen, wohin die Kraft der Rotation sie doch in Wahrheit treibt?

Sagr. Sie werden entweder durch die eigene Schwere oder durch

irgend welches Bindemittel in ihrer Lage oder ihrer Befestigung auf den Rädern zurückgehalten.

Salv. Um aber einen Körper von einer Bewegung, zu der er einen Trieb hat, zurückzuhalten, bedarf es doch gröfserer oder geringerer Kraft, je nachdem die Ablenkung eine gröfsere oder kleinere sein soll, d. h. je nachdem er bei der Ablenkung in der nämlichen Zeit eine gröfsere oder geringere Strecke zurückzulegen hat, nicht wahr?

Sagr. Ja, denn es wurde schon oben bewiesen, dafs es zur Bewegung eines Körpers eines um so stärkeren bewegenden Faktors bedarf, mit je gröfserer Geschwindigkeit er bewegt werden soll.

Salv. Nun erwägt, dafs, um den Stein beim kleineren Rade von der Schleuderbewegung abzulenken, die längs BF erfolgen würde, und um ihn am Rade festzuhalten, die eigene Schwere ihn ablenken mufs und zwar um die Länge der Sekante FG oder des Perpendikels von G auf die Linie BF. Hingegen braucht die Ablenkung bei dem gröfseren Rade nicht mehr zu betragen als die Länge der Sekante DE oder des Perpendikels von E auf die Tangente CD; diese letztere ist aber viel geringer als im vorigen Fall und wird immer geringer und geringer, je gröfser das Rad wird. Da nun diese Ablenkungen in gleichen Zeiten zu erfolgen haben, nämlich während der Zeiten, wo die beiden gleichen Bogen BG, CE zurückgelegt werden, so wird die Ablenkung des Steines B, d. h. die Strecke FG schneller durchlaufen werden müssen als die andere DE. Es wird also viel mehr Kraft erforderlich sein, um den Stein B an seinem kleinen Rade als den Stein C an seinem grofsen festzuhalten. Dies heifst mit anderen Worten: die und jene geringfügige Ursache hindert beim grofsen Rade das Fortschleudern, während sie am kleinen nicht dazu imstande sein wird. Es ist also klar: je mehr das Rad wächst, umsomehr verringert sich die Schwungkraft.

Sagr. Dank Euerer ausführlichen Zergliederung bin ich jetzt, wie ich glaube, in den stand gesetzt, eine meinen Geist befriedigende Darstellung in ganz kurzen Worten zu geben. Vermöge der gleichen Geschwindigkeit der zwei Räder nämlich wird beiden Steinen gleicher Antrieb eingeflöfst längs der Tangenten sich zu bewegen. Die Peripherie des grofsen Kreises aber, die sich nur wenig von der Tangente entfernt, giebt gewissermafsen nach und lenkt mit sanftem Zügelzug den Instinkt des Steines, wenn ich so sagen darf, welcher sich von der Peripherie loszureifsen strebt. Daher wird jede kleine Gegenwirkung, mag sie aus eigenem Antrieb hervorgehen oder in einem künstlichen Bindemittel bestehen, genügen ihn darauf zurückzuhalten.

Eine derartige Gegenwirkung ist aber nicht imstande am kleinen Rade das nämliche zu leisten; denn dieses folgt nur wenig der Richtung der Tangente und sucht allzu eigenwillig den Stein bei sich zu behalten. Wenn nun der Zügel oder das Bindemittel nicht stärker ist als dasjenige, welches den anderen Stein mit dem gröfseren Rade zusammenhielt, so entwindet sich der Zaum den Händen und der Stein entfernt sich auf der Tangente. Ich sehe daher jetzt nicht nur ein, dafs alle die geirrt haben, welche glaubten, die Schwungkraft wüchse in demselben Verhältnis wie die Geschwindigkeit der Rotation, sondern ich überlege noch weiter so. Da die Schwungkraft bei Zunahme des Rades abnimmt, sobald die Räder dieselbe Geschwindigkeit beibehalten, so dürfte vielleicht der folgende Satz richtig sein: damit das grofse Rad ebensolche Schleuderkraft entfalte, wie das kleine, mufs es so sehr an Geschwindigkeit zunehmen, wie es an Durchmesser wächst. Dies würde eintreten, wenn die ganzen Umdrehungen in beiden Fällen gleiche Zeiten beanspruchten. Daher darf man wohl annehmen, dafs durch die Rotation der Erde ein Stein ebensowenig weggeschleudert werden kann, wie durch ein beliebig kleines Rad, welches sich dermafsen langsam dreht, dafs es in vierundzwanzig eine einzige Umdrehung ausführt.

Salv. Ich möchte vorläufig dieses nicht näher untersuchen. Es ist genug, dafs wir, wenn ich mich nicht täusche, die Belanglosigkeit des Arguments nachgewiesen haben, welches beim ersten Blick aufserordentlich schlagend schien und von den bedeutendsten Männern als solches anerkannt wurde. Ich will Zeit und Worte nicht für verloren erachten, wenn es mir gelungen ist, auch in den Augen des Signore Simplicio die Lehre von der Bewegung der Erde, ich will nicht sagen, wahrscheinlich erscheinen zu lassen, aber doch als glaubhaft darzuthun, dafs die Meinung der Anhänger des Kopernikus nicht so lächerlich und thöricht sei, wie der grofse Haufe der gewöhnlichen Gelehrten annimmt.

Simpl. Die bisher angeführten Widerlegungen der Einwände gegen die tägliche Drehung der Erde, welche sich bezogen auf den Fall der schweren Körper von der Spitze eines Turmes, auf die Wurfbewegung lotrecht nach oben oder nach irgendwelcher seitlichen Richtung, östlich, westlich, südlich oder nördlich u. s. w. haben mir den eingewurzelten Unglauben gegen besagte Lehre teilweise verringert. Aber andere schwerere Bedenken tauchen jetzt in meinem Geiste auf. Von diesen weifs ich mich unbedingt nicht zu befreien; ich glaube, Ihr selbst werdet Euch ihrer nicht entschlagen können. Vielleicht auch sind sie Euch gar nicht zu Ohren gekommen, weil sie noch

ganz neuen Datums sind. Es sind die Einwendungen zweier Autoren, welche *ex professo* gegen Kopernikus schreiben. Die einen sind enthalten in einem „naturwissenschaftlichen Thesenbüchlein“; die anderen rühren von einem bedeutenden Philosophen her, der zugleich Mathematiker ist, und finden sich in einer Abhandlung, worin er Aristoteles und dessen Meinung betreffs der Unveränderlichkeit des Himmels verteidigt.[29]) Er beweist darin, dafs nicht nur die Kometen, sondern auch die neuen Sterne, nämlich die vom Jahre 72 in der Cassiopeja und der vom Jahre 604 im Schützen keineswegs jenseits der Planetensphäre standen, sondern unbedingt unterhalb des Mondes in der elementaren Sphäre. Er beweist das im Gegensatz zu Tycho, Kepler und vielen anderen astronomischen Beobachtern, und zwar bekämpft er sie mit ihren eigenen Waffen, nämlich mittels der Parallaxen. Wenn es Euch recht ist, werde ich die Gründe des einen und des anderen vorbringen, denn ich habe sie mehr als einmal aufmerksam gelesen. Ihr könnt deren Beweiskraft prüfen und Euere Meinung darüber kundthun.

Andere Einwendungen zweier moderner Schriftsteller gegen Kopernikus.

Salv. Dieweil unser Hauptzweck ist, alles das anzuführen und zu erwägen, was für und gegen die beiden Systeme, das ptolemäische und das kopernikanische, vorgebracht wurde, so wird es rätlich sein, nichts von dem zu übergehen, was über diese Materie geschrieben worden ist.

Simpl. Ich will also mit denjenigen Einwänden den Anfang machen, welche in dem Thesenbüchlein enthalten sind, und später zu dem anderen übergehen.[30]) Erstlich berechnet also der Autor mit grofsem Scharfsinne, wieviele Miglien in der Stunde ein Punkt der Erdoberfläche unter dem Äquator zurücklegt, und wieviele Miglien von anderen Punkten zurückgelegt werden, die unter anderer Breite liegen. Nicht zufrieden damit, die Bewegungen in Zeit einer Stunde zu erforschen, findet er sie auch für die Zeit einer Minute, und auch damit nicht zufrieden, macht er sie bis auf den winzigen Bruchteil einer Sekunde ausfindig. Aber noch mehr, es gelingt ihm vollkommen klar zu beweisen, wieviel Miglien in diesen Zeitintervallen eine in die Mondsphäre versetzte Kanonenkugel zurücklegen würde, indem er sogar die Annahme macht, dafs diese Sphäre so grofs sei, wie es Kopernikus selbst sich vorstellt, um damit den Gegnern jede Ausflucht unmöglich zu machen. Nach Ausführung dieser ausgesucht scharfsinnigen Rechnung zeigt er, dafs ein von dort oben herabfallender schwerer Körper noch mehr als sechs Tage gebrauchen würde, um bis zum Erdmittelpunkt zu gelangen, wohin naturgemäfs alles Schwere strebt. Wenn also durch göttliche Allmacht oder durch ein Wunder der Engel eine dicke Kanonenkugel dorthinauf geschafft würde und zwar an die Stelle lotrecht über unserem

Erster Einwand des modernen Verfassers des „Thesenbüchleins“.

Eine Kanonenkugel würde mehr als sechs Tage gebrauchen, um von der Mondsphäre bis zum Erdmittelpunkt herabzufallen, nach Ansicht des Verfassers des Schlufsbüchleins.

Scheitel, und wenn man sie dort sich selbst überliefse, so wäre es nach seiner und meiner Meinung völlig unglaublich, dafs sie bei der Abwärtsbewegung sich beständig in unserer Scheitellinie hielte und fortführe während so vieler Tage sich mit der Erde um deren Mittelpunkt zu drehen, wobei sie unter dem Äquator eine Spirallinie in der Ebene dieses gröfsten Kreises beschriebe, unter anderer Breite hingegen Spirallinien um einen Kegel und unter den Polen eine einfache gerade Linie. Er unterstützt und bekräftigt die Unwahrscheinlichkeit dieser Vorstellung dadurch, dafs er durch Aufwerfen von Fragen viele Schwierigkeiten vorbringt, die unmöglich von den Anhängern des Kopernikus beseitigt werden können. Wenn ich mich recht erinnere, sind es . . .

Salv. Nur langsam, ich bitte Euch, Signore Simplicio! Wollet mich nicht durch soviel Neues gleich auf einmal vernichten. Mein Gedächtnis ist schwach und ich mufs daher Schritt für Schritt gehen. Es fällt mir ein, dafs ich auch schon habe berechnen wollen, nach welcher Zeit ein solcher von der Mondsphäre herabfallender Stein im Erdmittelpunkte ankommen würde, und ich glaube mich zu erinnern, dafs es nicht so langer Zeit bedarf. Es wird daher gut sein, wenn Ihr uns mitteilt, welches Verfahren der Autor bei seiner Rechnung eingeschlagen hat.

Simpl. Er hat es, um seine Behauptung *a fortiori* zu erweisen, für den gegnerischen Standpunkt sehr günstig gestaltet, indem er von der Annahme ausgeht, dafs die Geschwindigkeit des längs der Vertikallinie nach dem Erdmittelpunkte fallenden Körpers gleich sei der Geschwindigkeit seiner Kreisbewegung im gröfsten Kreise der Mondsphäre. Auf dieser rechnerischen Grundlage würde er in einer Stunde zwölftausendsechshundert deutsche Meilen[30]) zurücklegen, eine Annahme, die geradezu unmöglich ist. Gleichwohl um mit mehr Vorsicht zu Werke zu gehen, als eigentlich nötig, und um dem Gegner alle Vorteile einzuräumen, setzt er sie als richtig voraus und folgert dann daraus, die Dauer des Falles müsse unbedingt mehr als sechs Tage betragen.

Salv. Und das ist sein ganzer Beweis? Und damit will er darthun, die Zeit jenes Falles betrage mehr als sechs Tage?

Sagr. Mir scheint, er hat sich ungemein entgegenkommend bewiesen; denn wiewohl es in seiner Macht lag, dem fallenden Körper jede beliebige Geschwindigkeit zu verleihen und ihn folglich nach sechs Monaten oder auch nach sechs Jahren zur Erde gelangen zu lassen, hat er sich mit sechs Tagen begnügt. Aber ich bitte Euch, Signore Salviati, stellt meinen gestörten Appetit wieder her und teilt mir mit,

in welcher Weise Ihr die Rechnung angestellt habt, da Ihr sagt, Ihr hättet sie schon einmal ausgeführt. Denn ich bin überzeugt, dafs Ihr Euch nicht damit abgegeben hättet, wäre nicht zu diesem Zwecke ein sinnreiches Verfahren nötig.

Salv. Es ist nicht genug, Signore Sagredo, sich an ein würdiges und bedeutendes Problem zu machen, die Kunst ist es würdig zu behandeln. Wer wüfste nicht, dafs bei der Zergliederung eines Tieres sich unzählige Wunderwerke der umsichtigen und allweisen Natur entdecken lassen? Aber auf eines, das der Anatom zerschneidet, kommen tausend, die der Fleischer schlachtet. Wenn ich jetzt Euere Bitte zu erfüllen suche, so weifs ich nicht, ob ich im Gewande des einen oder des anderen auf die Schaubühne treten werde. Das Auftreten des von Signore Simplicio angeführten Autors macht mir indessen Mut, und so will ich denn nicht säumen, Euch die Methode vorzutragen, die ich eingeschlagen habe, wenn ich mich ihrer noch entsinnen kann. Bevor ich indessen Hand ans Werk lege, kann ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dafs ich starken Zweifel hege, ob Signore Simplicio die Methode getreu wiedergegeben hat, nach der sein Autor die Dauer des Falles der Kanonenkugel von der Mondsphäre bis zum Mittelpunkte der Erde auf mehr als sechs Tage berechnet. Denn wenn er wirklich angenommen haben sollte, seine Geschwindigkeit beim Fallen sei gleich der der Mondsphäre, wie Signore Simplicio ihn thatsächlich annehmen läfst, so würde er sich als völlig bar auch nur der ersten und einfachsten geometrischen Kenntnisse bekennen. Ja, ich wundere mich, dafs Signore Simplicio selbst, wenn er die angeführte Voraussetzung zugiebt, die grenzenlose darin enthaltene Ungeheuerlichkeit nicht bemerken sollte.

Simpl. Dafs ich in der Wiedergabe mich geirrt haben sollte, ist wohl möglich; einen Fehlschlufs aber darin zu entdecken, wüfste ich sicherlich nicht.

Salv. Vielleicht habe ich nicht recht verstanden, was Ihr berichtet habt. Sagt Ihr nicht, der Verfasser nehme die Geschwindigkeit der Kugel während des Falles gleich derjenigen an, welche sie bei der Kreisbewegung in der Mondsphäre besafs? sagt Ihr nicht weiter, dafs sie infolge dieser Geschwindigkeit in einer Zeit von sechs Tagen sich hernieder zum Mittelpunkt begäbe?

Simpl. Ich glaube, so schreibt er.

Ungeheuerlichkeit des Argumentes von dem Fall eines Körpers aus der Mondsphäre.

Salv. Und da bemerkt Ihr nicht die ganze Ungeheuerlichkeit dieser Behauptung? Aber Ihr verstellt Euch sicherlich. Unmöglich kann Euch unbekannt sein, dafs der Halbmesser weniger als den sechsten Teil der Peripherie beträgt und dafs folglich die Zeit, in

welcher der Körper den Halbmesser zurücklegt, einen geringeren Betrag haben mufs als ein Sechstel der Zeit, welche der Körper gebraucht, um mit derselben Geschwindigkeit die Peripherie zurückzulegen; dafs folglich die Kugel, die mit der Geschwindigkeit fällt, welche sie in der Mondsphäre besafs, in weniger als vier Stunden im Zentrum angelangen wird. Dabei ist die Voraussetzung gemacht, dafs sie in der Sphäre innerhalb vierundzwanzig Stunden eine Umdrehung macht, eine Voraussetzung, die er notwendig machen mufs, damit die Kugel stets in derselben Vertikallinie verbleibt.

Simpl. Jetzt sehe ich den Fehler sehr wohl ein, aber ich möchte ihn dem Autor nicht ungerechterweise zur Last legen. Ich mufs mich in der Wiedergabe seines Beweises geirrt haben. Damit ich nicht in die Lage komme ihm noch andere aufzuhalsen, möchte ich sein Buch zur Hand haben. Wenn es jemand holen könnte, wäre es mir sehr lieb.

Sagr. Ein Lakai wird es im Nu zur Stelle bringen, es soll gleich ohne Zeitverlust geschehen. Inzwischen wird uns Signore Salviati durch den Vortrag seiner Berechnungsweise erfreuen.

Simpl. Der Diener kann es holen, denn er wird es aufgeschlagen auf meinem Studiertisch finden und ebenso das des anderen Verfassers, der gleichfalls gegen Kopernikus schreibt.

Sagr. Wir wollen auch dieses zu gröfserer Sicherheit bringen lassen. Inzwischen wird Signore Salviati seine Rechnung anstellen. Ich habe einen Diener abgeschickt.

Salv. Vor allem ist in Betracht zu ziehen, dafs die Bewegung der fallenden schweren Körper nicht gleichförmig ist, dafs sie vielmehr vom Zustande der Ruhe ausgehen und sich unter fortwährender Beschleunigung bewegen: eine Thatsache, die Jedermann gekannt und beobachtet hat mit Ausnahme des vorgenannten modernen Autors, welcher sie mit gleichförmiger Bewegung ausstattet, ohne der Beschleunigung Erwähnung zu thun. Mit dieser unbestimmten Erkenntnis aber läfst sich nichts anfangen, solange man nicht weifs, in welchem Verhältnis jenes Wachsen der Geschwindigkeit stattfindet. Dies aber ist eine Frage, welche bis auf unsere Zeit von keinem Philosophen gelöst und die zuerst von unserem gemeinschaftlichen Freunde, dem Akademiker, beantwortet und erforscht worden ist. In etlichen noch unveröffentlichten Schriften, die er mir und einigen anderen Freunden im Vertrauen gezeigt hat, weist er nach, dafs die Beschleunigung der geradlinig sich bewegenden schweren Körper gemäfs der Aufeinanderfolge der ungeraden Zahlen von der Einheit ab erfolgt. Bestimmt man nämlich beliebige, aber gleiche Zeitintervalle in irgendwelcher

Genaue Berechnung der Fallzeit der Kanonenkugel von der Mondsphäre bis zum Erdmittelpunkte.

Natürliche Beschleunigung der Bewegung fallender Körper erfolgt gemäfs der Aufeinanderfolge der ungeraden Zahlen von der Einheit ab.

Anzahl, und legt sodann der Körper, vom Ruhezustand ausgehend, in dem ersten Zeitintervall eine so und so grofse Strecke, etwa eine Mefsrute, zurück, so wird er im zweiten Zeitintervall drei Ruten, im dritten fünf, im vierten sieben Ruten zurücklegen u. s. w., stets fortschreitend wie die ungeraden Zahlen. Dies kommt schliefslich auf dasselbe hinaus, wie wenn man sagt, dafs die zurückgelegten Strecken zu einander im doppelten Verhältnis der Zeiten[31]) stehen, welche zum Zurücklegen der Strecken erforderlich sind; oder wir können auch sagen: die zurückgelegten Strecken verhalten sich zu einander wie die Quadrate der Zeiten.

ie vom schwe-
ren Körper
urückgelegten
Strecken ver-
alten sich wie
e Quadrate der
Zeiten.

Sagr. Welche Wunder habe ich vernommen! und das läfst sich mathematisch erweisen, sagt Ihr?

Salv. Mit voller mathematischer Strenge; und nicht nur diese, sondern viele andere Eigenschaften, welche den natürlichen sowie auch den Wurfbewegungen zukommen und die unser Freund aufgefunden und bewiesen hat. Ich habe sie alle zu meinem gröfsten Vergnügen und meiner Verwunderung vernommen und studiert und habe damit ein neues umfassendes Wissensgebiet erschlossen gefunden, das auf einen Gegenstand sich bezieht, über welchen hunderte von Bänden geschrieben worden sind, ohne dafs auch nur ein einziges der darin enthaltenen unzähligen bewundernswerten Ergebnisse von jemand früher beobachtet und verstanden worden wäre als von unserem Freunde.

anzes Wissens-
ebiet betreffs
der Ortsbe-
gung neu er-
schlossen von
dem Akade-
miker.

Sagr. Ihr lafst mir die Lust vergehen, unsere angefangenen Untersuchungen noch weiter fortzusetzen, ich möchte einzig und allein einen der angedeuteten Beweise vernehmen. Darum teilt mir sie entweder gleich jetzt mit oder gebt mir wenigstens das feste Versprechen eine besondere Sitzung darüber abzuhalten, bei der ich zugegen bin und zugleich auch Signore Simplicio, wenn er Lust hat die Eigenschaften und Gesetze des wichtigsten Vorganges in der Natur kennen zu lernen.

Simpl. Ohne Zweifel werde ich Lust haben, obgleich ich allerdings, was den Naturphilosophen betrifft, es nicht für notwendig erachte, dafs er sich auch auf gewisse minutiöse Details einläfst. Ich glaube vielmehr, eine allgemeine Kenntnis von der Definition der Bewegung, von der Unterscheidung natürlicher und gewaltsamer, gleichförmiger und beschleunigter Bewegung u. dgl. m. reicht völlig aus. Denn wäre dem nicht so, so würde Aristoteles meiner Meinung nach nicht verabsäumt haben uns über alles Fehlende zu unterrichten.

Salv. Möglich. Aber verlieren wir damit nicht weiter Zeit, denn ich verspreche, einen Vor- oder Nachmittag eigens für diesen Zweck

Euch zu widmen, um Euch zufrieden zu stellen. Ja, eben fällt mir ein, Euch schon einmal das Versprechen gegeben zu haben diesen nämlichen Wunsch zu erfüllen. — Wir wollen zu der angefangenen Berechnung der Zeitdauer zurückkehren, während welcher der schwere fallende Körper von der Mondsphäre bis zum Erdmittelpunkte gelangen würde.[92]) Um nicht willkürlich und aufs Geratewohl zu Werke zu gehen, sondern nach völlig strenger Methode, werden wir zuerst durch mehrfach wiederholte Versuche uns Gewifsheit darüber verschaffen, in welcher Zeit z. B. eine eiserne Kugel aus der Höhe von hundert Ellen auf die Erde gelangt.

Sagr. Wobei wir jedoch eine Kugel von dem und dem bestimmten Gewichte zu benutzen haben und zwar ebendieselbe wie die, deren Fallzeit vom Monde herab wir berechnen wollen.

Salv. Das ist gleichgültig; denn Kugeln von einem, von zehn, von hundert oder von tausend Pfund werden alle in derselben Zeit dieselben hundert Ellen durchmessen.

Simpl. O, das glaube ich nicht, ebensowenig wie Aristoteles, welcher schreibt, dafs die Geschwindigkeiten der fallenden Körper sich zu einander ebenso verhalten wie ihre Gewichte.[93])

Irrtum des Aristoteles, der behauptet, die schweren Körper bewegten sich beim Fall im Verhältnis ihrer Schwere.

Salv. Da Ihr das als richtig hinnehmt, Signore Simplicio, müfst Ihr auch glauben, dafs wenn man zwei Kugeln aus demselben Materiale, eine von hundert, die andere von einem Pfund Gewicht im gleichen Augenblick aus einer Höhe von hundert Ellen herabfallen läfst, die grofse auf der Erde anlangt, ehe noch die kleinere eine einzige Elle zurückgelegt hat. Nun malt Euch den Anblick aus, wenn Ihr es vermögt, wie die grofse Kugel schon auf der Erde angelangt ist, während die kleine noch in einer Nähe von weniger als einer Elle bei der Spitze des Turmes sich befindet.

Sagr. Dafs diese Behauptung grundfalsch ist, bezweifele ich nicht im entferntesten, aber auch die Richtigkeit der Eueren verstehe ich nicht völlig. Dennoch nehme ich sie auf Treu und Glauben hin, weil Ihr sie mit Bestimmtheit aussprecht, was Ihr sicherlich nicht thätet, wenn Ihr nicht einen zuverlässigen Versuch oder einen unumstöfslichen Beweis dafür hättet.

Salv. An beidem fehlt es mir nicht. Sobald wir dieses Kapitel von den Bewegungen getrennt behandeln werden, will ich Euch davon Mitteilung machen. Um inzwischen den Faden nicht abzubrechen, setzen wir voraus, die Rechnung sei anzustellen für eine eiserne Kugel von hundert Pfund; nach wiederholt angestellten Versuchen fällt diese aus einer Höhe von hundert Ellen in einem Zeitraum von fünf Se-

kunden.[94]) Da nun, wie gesagt, die vom fallenden Körper durchmessenen Strecken im doppelten Verhältnis der Zeiten, d. h. wie die Quadrate derselben wachsen, da ferner eine Minute das Zwölffache von fünf Sekunden ist, so multiplizieren wir die hundert Ellen mit dem Quadrate von 12, d. h. mit 144, und finden somit 14400 als die Anzahl der Ellen, welche der Körper in einer Minute zurücklegt. Da eine Stunde gleich 60 Minuten ist, so multiplizieren wir derselben Regel zufolge 14400, also die Anzahl der in einer Minute zurückgelegten Ellen, mit dem Quadrate von 60, d. h. mit 3600; wir finden demnach 51840000 als Anzahl der in einer Stunde zurückgelegten Ellen, was dasselbe ist wie 17280 Miglien. Wollen wir die Strecke ermitteln, die in vier Stunden zurückgelegt wird, so werden wir 17280 mit 16, dem Quadrate von 4, multiplizieren und 276480 Miglien herausbekommen. Diese Zahl ist weit gröfser als die Entfernung der Mondsphäre vom Erdmittelpunkte, welche nur 196000 Miglien beträgt, sobald man die Entfernung des Mondes zu 56 Erdhalbmessern annimmt, wie es der moderne Autor thut, ferner den Erdhalbmesser zu 3500 Miglien rechnet, und die Miglie zu 3000 Ellen, welches die Gröfse unserer italienischen Miglien ist.

Ihr seht also, Signore Simplicio, dafs die Strecke von dem Monde bis zum Erdmittelpunkte, die nach Euerem Rechenmeister erst nach mehr als sechs Tagen zurückgelegt werden kann, in bedeutend weniger als vier Stunden zurückgelegt wird, wenn man die Rechnung auf die Erfahrung gründet und nicht auf ein Herzählen an den Fingern. Rechnet man genau, so ergeben sich 3 Stunden 22 Minuten und 4 Sekunden.

Sagr. Ich bitte Euch, werter Herr, bringt mich nicht um jene genaue Berechnung, denn sie mufs wunderschön sein.

Salv. Das ist sie wirklich. Nachdem nämlich, wie gesagt, durch sorgfältige Beobachtung festgestellt ist, dafs ein solcher Körper beim Fall die Höhe von 100 Ellen in 5 Sekunden zurücklegt, können wir so sagen: wenn 100 Ellen in 5 Sekunden zurückgelegt werden, in wieviel Sekunden werden 588000000 Ellen — denn das ist die Länge von 56 Erdhalbmessern — zurückgelegt werden? Die Regel zur Ausführung dieser Rechnung ist folgende: man multipliziere die dritte Zahl mit dem Quadrate der zweiten, man erhält dann 14700000000; dies ist zu dividieren durch die erste Zahl, d. h. durch 100; die Quadratwurzel aus dem Quotienten, welche 12124 beträgt, ist dann die gesuchte Zahl. Man findet, somit 12124 Sekunden oder 3 Stunden 22 Minuten 4 Sekunden.[95])

100	5	588 000 000	
A	*B*	*C*	25
1		14 700 000 000	
22		35956	
241		10	
2422		60	12124
24244			202
			3

Sagr. Ich habe jetzt wohl das Verfahren kennen gelernt, aber ich sehe den Grund für die Richtigkeit desselben nicht ein; ich glaube auch nicht, dafs jetzt der richtige Zeitpunkt ist danach zu fragen.

Salv. Ich will Euch die Erklärung geben, auch ohne dafs Ihr sie verlangt, denn sie ist sehr leicht zu verstehen. Bezeichnen wir jene drei Zahlen der Reihe nach mit den Buchstaben *A*, *B*, *C*. *A* und *C* bedeuten danach die Beträge der Strecken, *B* den Betrag der Zeit; die vierte gesuchte Zahl entspricht gleichfalls einem Zeitintervall. Da wir nun wissen, dafs in demselben Verhältnis, welches die Strecken *A* und *C* zu einander haben, auch das Quadrat der Zeit *B* zu dem Quadrate der gesuchten Zeit stehen mufs, so hat man nach der *regula aurea*[96]) die Zahl *C* mit dem Quadrate der Zahl *B* zu multiplizieren und das Produkt durch die Zahl *A* zu dividieren; der Quotient wird das Quadrat der gesuchten Zahl sein und die Quadratwurzel daraus die gesuchte Zahl selbst. Ihr seht, wie leichtverständlich das Verfahren ist.

Sagr. So geht es mit allen Wahrheiten, nachdem sie einmal gefunden sind; die Kunst ist nur, sie zu finden. Ich verstehe das ganze sehr wohl und danke Euch. Wenn Ihr sonst noch etwas Wissenswertes über diesen Gegenstand mitzuteilen habt, bitte ich Euch es zu thun. Denn wenn ich offen sprechen soll, so mufs ich mit Verlaub des Signore Simplicio sagen, dafs ich aus Eueren Untersuchungen stets etwas Schönes und Neues lerne; was hingegen seine Philosophen betrifft, so wüfste ich nichts von Belang, das ich bisher von ihnen gelernt hätte.

Salv. Nur allzuviel wäre über jene Ortsbewegungen noch zu sagen. Wir wollen dies aber unserer Übereinkunft gemäfs auf eine besondere Sitzung verschieben. Für jetzt will ich nur eine Bemerkung machen, die sich auf den von Signore Simplicio citierten Autor bezieht. Derselbe glaubt seinem Gegenpart einen grofsen Vorteil eingeräumt zu haben, wenn er annimmt, die Kanonenkugel könne beim Fall von der Mondsphäre mit einer Geschwindigkeit herabkommen, welche gleich

der Geschwindigkeit ist, die sie beim Verbleiben in dieser Sphäre haben würde, wenn sie an der täglichen Umdrehung teilnähme. Demgegenüber behaupte ich, dafs die Kugel beim Fall von der Mondsphäre bis zum Mittelpunkte der Erde eine Geschwindigkeit erreicht, die mehr als das Doppelte der Geschwindigkeit beträgt, welche die Mondsphäre bei ihrer täglichen Umdrehung besitzt, und zwar werde ich das unter Zugrundelegung völlig richtiger und nicht willkürlicher Voraussetzungen nachweisen. Ihr müfst nämlich wissen[97]): wenn ein schwerer Körper fällt und in dem bereits angegebenen Verhältnis stets vermehrte Geschwindigkeit sich aneignet, so besitzt er an jeder beliebigen Stelle seiner Bahn eine solche Geschwindigkeitsstufe, dafs, wenn er fortführe sich mit dieser gleichförmig ohne Beschleunigung zu bewegen, er in derselben Zeit, die er bisher zum Fallen gebraucht hat, das Doppelte der bis dahin durchfallenen Linie zurücklegen würde. Wenn z. B. jene Kugel beim Fall von der Mondsphäre bis zum Mittelpunkte 3 Stunden 22 Minuten 4 Sekunden gebraucht hat, so behaupte ich, sie befindet sich, angelangt im Mittelpunkte, auf einer solchen Geschwindigkeitsstufe, dafs, wenn sie ohne weitere Beschleunigung mit dieser gleichförmig sich zu bewegen fortführe, sie in 3 Stunden 22 Minuten 4 Sekunden das Doppelte der Strecke zurücklegen würde, d. h. eine Strecke von der Gröfse des gesamten Durchmessers der Mondbahn. Nun beträgt die Entfernung des Mondes vom Mittelpunkte 196 000 Miglien, welche die Kugel in 3 Stunden 22 Minuten 4 Sekunden zurücklegt. Wenn also, die Richtigkeit des Bisherigen vorausgesetzt, die Kugel die Geschwindigkeit beibehielte, welche sie bei Ankunft im Mittelpunkte besitzt, so würde sie in abermals 3 Stunden 22 Minuten 4 Sekunden das Doppelte genannter Strecke, also 392 000 Miglien zurücklegen. Befände sie sich aber in der Mondsphäre, deren Umfang 1 232 000 Miglien beträgt, so legte sie in der nämlichen Zeit, also in 3 Stunden 22 Minuten 4 Sekunden 172 880 Miglien zurück, was bedeutend weniger ist als die Hälfte von 392 000 Miglien. Daher steht es mit der Bewegung des schweren Körpers in der Mondsphäre nicht wie der moderne Autor meint, d. h. die betreffende Geschwindigkeit ist nicht so grofs, dafs sie der fallenden Kugel unmöglich zukommen könnte.

Wenn ein fallender schwerer Körper sich mit der erreichten Geschwindigkeitsstufe ebensolange gleichförmig weiterbewegt, würde er das Doppelte der Strecke zurücklegen, die er mit beschleunigter Bewegung zurückgelegt hat.

Sagr. Der bei der Untersuchung eingeschlagene Weg wäre vortrefflich und würde mich völlig befriedigen, wenn mir nur die Sache mit der Fallgeschwindigkeit ins reine gebracht wäre, dafs nämlich der Körper das Doppelte der schon passierten Strecke zurücklegt, sobald er noch einmal die bisherige Falldauer hindurch sich abwärts zu bewegen fortfährt und zwar in gleichförmiger Bewegung und mit der

höchsten beim Fall erreichten Geschwindigkeit. Dieselbe Behauptung ist schon einmal von Euch als richtig angenommen, aber nicht bewiesen worden.

Salv. Sie gehört zu den von unserem Freunde bewiesenen und Ihr sollt seiner Zeit näheres darüber erfahren. Inzwischen will ich Euch mittels etlicher Wahrscheinlichkeitsgründe zwar nicht etwas Neues lehren, aber Euch doch ein gewisses Vorurteil dagegen benehmen, indem ich Euch zeige, dafs die Sache möglicherweise sich so verhalten kann. Hängen wir an einem langen, dünnen, an der Decke befestigten Faden eine Bleikugel auf, entfernen sie aus der lotrechten Lage und überlassen sie dann sich selbst, habt Ihr dann noch nicht beobachtet, wie sie beim Schwingen von selbst jenseits der lotrechten eine nicht viel geringere Abweichung erreicht als zuvor?

Sagr. Gewifs habe ich es beobachtet und bemerkt, wie die Kugel, besonders wenn sie recht schwer war, fast genau so hoch wieder steigt, wie sie herabfiel, derart dafs ich bisweilen den aufsteigenden Bogen für ebenso grofs hielt wie den absteigenden und meinte, ihre Schwingungen könnten in Ewigkeit fortdauern. Ich glaube, dafs dies wirklich geschähe, wenn man das Hindernis der Luft beseitigen könnte; diese setzt aber dem Durchschneiden einen Widerstand entgegen und bewirkt so eine kleine Verzögerung, ein Hemmnis für die Bewegung des Pendels. Das Hindernis ist aber sehr gering, dafür zeugt die grofse Anzahl von Schwingungen, welche vor dem völligen Stillestehen des Körpers stattfinden.

Die Bewegung der schwingenden schweren Körper würde bei Beseitigung der Hindernisse ewig fortdauern.

Salv. Die Bewegung würde dennoch nicht ins Unendliche fortdauern, Signore Sagredo, wenn man auch das Hindernis der Luft ganz und gar beseitigte, denn es ist noch ein anderes, freilich weit versteckteres, vorhanden.[98])

Sagr. Welches wäre das? ich kann mich auf keines besinnen.

Salv. Es wird Euch interessieren davon zu hören. Doch davon später, inzwischen fahren wir fort. Ich habe Euch auf die Beobachtung jenes Pendels verwiesen, um Euch klar zu legen, dafs der auf dem absteigenden Bogen erworbene Antrieb, längs welchem die Bewegung eine natürliche ist, an und für sich imstande ist dieselbe Kugel in gewaltsamer Bewegung über eine ebenso grofse Strecke auf dem ansteigenden Bogen hinzutreiben; er ist an und für sich dazu imstande, sage ich, nach Beseitigung aller äufseren Hindernisse. Auch läfst sich ohne weiteres einsehen, glaube ich, dafs gerade, wie die Geschwindigkeit auf dem absteigenden Bogen bis zum tiefsten Punkte des Perpendikels beständig zunimmt, sie von diesem ab längs des zweiten ansteigenden Bogens bis zu dem äufsersten höchsten Punkte

sich vermindert und zwar in denselben Verhältnissen sich vermindert, wie sie vorher zugenommen hat, sodafs die Stufen der Geschwindigkeit in Punkten, die gleichweit von dem tiefsten abstehen, unter einander gleich sind. Daraus glaube ich entnehmen zu dürfen — wenn ich auf eine völlig strenge Herleitung Verzicht leiste — dafs, wenn die Erde durch den Mittelpunkt hindurch durchbohrt wäre, eine durch diesen Schacht hindurch sich bewegende Kanonenkugel im Mittelpunkte eine solche Geschwindigkeit erlangen würde, dafs sie infolge derselben über den Mittelpunkt hinaus eine ebenso grofse Strecke aufwärts getrieben würde, als sie vorher gefallen ist; dabei würde die Geschwindigkeit jenseits des Centrums um die nämlichen Beträge abnehmen, um welche sie beim Absteigen zugenommen hat, und die Zeit, welche zu diesem zweiten Teile der Bewegung erforderlich wäre, würde meiner Ansicht nach der für den Fall erforderlichen gleich sein.[99])

Wenn der Erdball durchbohrt wäre, so würde ein schwerer durch diesen Schacht absteigender Körper jenseits des Mittelpunkts ebensoweit emporsteigen, als er vorher gefallen ist.

Wenn nun der Körper, trotzdem seine Geschwindigkeit von dem gröfsten im Mittelpunkte erreichten Betrage bis zu völliger Auslöschung sich beständig vermindert, dennoch in eben der Zeit über eine solche Strecke hingeführt wird, wie er sie in der nämlichen Zeit zurückgelegt hat bei einer vom Betrage Null bis zu jenem höchsten Grade zunehmenden Geschwindigkeit, so erscheint die Annahme wohl gerechtfertigt, dafs wenn er den höchsten Grad von Geschwindigkeit stets beibehielte, er in der nämlichen Zeit jene beiden Strecken zurücklegen würde. Denn teilen wir im Geiste jene Geschwindigkeiten in wachsende und abnehmende Stufen ein[100]), wie etwa die nebenstehende Reihe der Zahlen, sodafs die ersten bis zur Zehn die wachsenden, die anderen bis zur Eins hingegen die abnehmenden vorstellen, jene entsprechend der Zeit des Fallens, diese der Zeit des Emporsteigens, so bemerkt man, dafs sie vereinigt zusammen ebensoviel ergeben, als wenn einer der beiden Teile ganz aus den höchsten Stufen bestünde. Es mufs also die ganze Strecke, die mit allen wachsenden und abnehmenden Stufen der Geschwindigkeit zurückgelegt wird, d. h. also der ganze Durchmesser ebenso grofs sein wie die Strecke, welche mit den gröfsten Geschwindigkeitsgraden zurückgelegt wird, sobald die Anzahl dieser Geschwindigkeiten die Hälfte von der Gesamtheit der wachsenden und abnehmenden beträgt. — Ich bin mir bewufst, wie schwerfällig ich mich ausgedrückt habe; Gott gebe, dafs man verstehen kann, was ich meine.

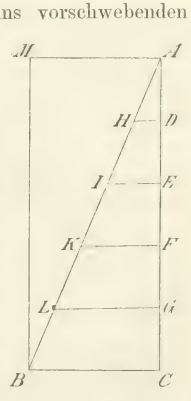
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Sagr. Ich glaube das sehr wohl verstanden zu haben und mit wenigen Worten auch zeigen zu können, dafs ich es verstanden habe. Ihr habt folgendes sagen wollen: wenn die Geschwindigkeit vom

Ruhezustand aus allmählich um die nämlichen Beträge zunimmt, wie ein gleiches bei der Zahlenreihe stattfindet, die man von der Einheit oder vielmehr von der Null ab beginnend bis zu einem beliebigen Betrage hin in nebenstehender Weise ordnet; wenn demnach die niedrigste Stufe der Null entspricht, die höchste etwa der Fünf, so ergeben alle diese Geschwindigkeitsgrade, mit welchem der Körper sich bewegt hat, zusammen die Summe 15. Bewegt sich aber der Körper mit der nämlichen Anzahl von Geschwindigkeitsstufen, jede derselben aber wäre gleich der höchsten, also gleich 5, so würde die Gesamtheit aller dieser Geschwindigkeiten das Doppelte der vorigen Summe, nämlich 30, betragen. Wenn sich also der Körper ebenso lange Zeit hindurch bewegt, aber mit gleichförmiger Geschwindigkeit und zwar mit der von der höchsterreichten Stufe 5, so wird er das doppelte der Strecke zurücklegen, die er in beschleunigtem Zeitmafs vom Zustand der Ruhe beginnend zurückgelegt hat.

0
1
2
3
4
5

Salv. Wie es von Euerer so schnellen und eindringenden Fassungsgabe nicht anders zu erwarten war, habt Ihr die ganze Sache sehr viel klarer dargestellt als ich. Ihr habt mich sogar auf einen weiteren hieran sich anschliefsenden Gedanken gebracht. Da nämlich bei der beschleunigten Bewegung das Wachsen ein stetiges ist, so kann man nicht eine bestimmte Anzahl von Stufen der Geschwindigkeit aufstellen, da diese ja fortwährend wächst; denn wegen der von Augenblick zu Augenblick stattfindenden Änderung giebt es solcher Stufen stets unendlich viele. Daher können wir den uns vorschwebenden Gedanken besser in der Art erläutern[101]), dafs wir uns ein Dreieck denken, wie etwa nebenstehendes ABC. Wir nehmen auf der Seite AC beliebig viele gleiche Teile AD, DE, EF, FG an und ziehen durch die Punkte D, E, F, G gerade Linien parallel zur Basis BC. Dabei sollen die auf der Linie AC bemerkten Stücke gleiche Zeiten bedeuten; die durch die Punkte D, E, F, G gezogenen Parallelen hingegen mögen die beschleunigten, in gleichen Zeiten um gleiche Beträge wachsenden Geschwindigkeiten vorstellen. Der Punkt A soll den Zustand der Ruhe darstellen; von diesem ausgehend möge z. B. in der Zeit AD der Körper die Geschwindigkeitsstufe DH erreicht haben, im folgenden Zeitabschnitt möge die Geschwindigkeit über die Stufe DH hinaus bis zur Stufe EJ gewachsen sein, und in der Folge mehr und mehr zugenommen haben entsprechend dem Wachsen der Linien



Die Beschleunigung der frei fallenden Körper wächst stetig von Augenblick zu Augenblick.

FK, GL u. s. w. Da aber die Beschleunigung stetig von Augenblick zu Augenblick vor sich geht und nicht ruckweise von einem Zeitintervall zum anderen, da ferner der Endpunkt A als kleinster Geschwindigkeitsbetrag vorausgesetzt worden ist, d. h. als Zustand der Ruhe und als Anfangsmoment der darauffolgenden Frist AD, so mufs offenbar vor Erreichung der Geschwindigkeitsstufe DH in der Zeit AD ein Durchgang durch unendlich viele andere kleinere und kleinere Stufen stattgefunden haben; diese wurden erreicht in den unendlich vielen in der Zeit DA enthaltenen Augenblicken, welche den unendlich vielen Punken der Linie DA entsprechen. Um also die unendliche Anzahl der Geschwindigkeitsstufen zu versinnlichen, welche der Stufe DH vorangehen, mufs man sich unendlich viele kleinere und immer kleinere Linien denken, welche man sich parallel zu DH von den unendlich vielen Punkten der Linie DA aus gezogen zu denken hat. Diese unendliche Anzahl von Linien stellt uns aber schliefslich die Fläche des Dreiecks AHD dar. So können wir uns vorstellen, jede von dem Körper zurückgelegte Strecke, welche vom Ruhezustand aus in gleichförmig beschleunigter Bewegung passiert wird, habe unendlich viele Geschwindigkeitsstufen verbraucht und erforderlich gemacht, entsprechend den unendlich vielen Linien, welche man, vom Punkte A beginnend, parallel der Linie HD sich gezogen denkt und desgleichen parallel den Linien JE, KF, LG, BC, wobei die Bewegung beliebig weit fortgesetzt werden mag.

Wir vervollständigen jetzt die Figur zu dem Parallelogramm $AMBC$ und verlängern bis zum Schnitt mit seiner Seite BM nicht nur die im Dreieck hervorgehobenen Parallelen, sondern die unendlich vielen, welche wir uns von allen Punkten der Seite AC gezogen dachten. Wie nun die Linie BC von den unendlich vielen Linien des Dreiecks die gröfste war und uns die höchste Stufe der von dem Körper bei seiner beschleunigten Bewegung erreichten Geschwindigkeit vorstellte, und wie die Fläche besagten Dreiecks die Gesamtheit und Summe aller Geschwindigkeit ist, mit welcher er in der Zeit AC die fragliche Strecke zurücklegte, so läfst sich auch das Parallelogramm auffassen als eine Gesamtheit und ein Aggregat ebensovieler Geschwindigkeitsstufen, die aber alle der höchsten BC an Gröfse gleichkommen. Diese Summe von Geschwindigkeiten beläuft sich aber auf das Doppelte von der Summe der im Dreieck enthaltenen wachsenden Geschwindigkeiten, weil das Parallelogramm das Doppelte des Dreiecks ist. Wenn also der Körper, der, entsprechend dem Dreieck ABC, beim Falle sich der Stufen beschleunigter Geschwindigkeit bedient hat und auf diese Weise in so langer Zeit eine so grofse Strecke zurückgelegt hat, dann

erscheint es natürlich und glaublich, dafs er, entsprechend dem Parallelogramme, unter Verwendung einförmiger Geschwindigkeiten in gleichmäfsiger Bewegung während derselben Zeit die doppelte Strecke zurücklegen würde wie bei beschleunigter Bewegung.

Sagr. Ich bin völlig befriedigt. Wenn Ihr das eine blofs auf Wahrscheinlichkeitsgründen beruhende Untersuchung nennt, wie werden dann erst die strengen Beweise aussehen? Wollte Gott, in der ganzen landläufigen Philosophie wäre auch nur ein ebenso überzeugender zu finden.

Simpl. Man braucht in der Naturwissenschaft nicht die exquisite mathematische Strenge anzuwenden.[102]) In den Naturwissenschaften ist mathematische Strenge nicht erforderlich.

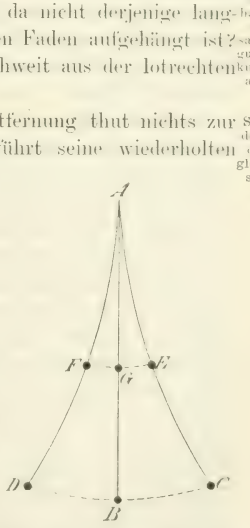
Sagr. Ist denn aber das Problem der Bewegung kein naturwissenschaftliches? Und doch sehe ich nicht, dafs Aristoteles auch nur im geringsten eine ihrer Eigenschaften nachweist. Aber lenken wir nicht ab von unserer Untersuchung. Euch, Signore Salviati, bitte ich, nicht zu unterlassen mir die Ursache anzugeben, welche Ihr für das Aufhören der Pendelschwingungen, abgesehen von dem Widerstande des Mittels gegen die Durchschneidung, im Auge hattet.[103])

Salv. Sagt mir: von zwei in ungleicher Entfernung vom Aufhängungspunkt befindlichen Körpern vollführt da nicht derjenige langsamere Schwingungen, welcher an dem längeren Faden aufgehängt ist? Ein an längerem Faden aufgehängter Körper macht langsamere Schwingungen als ein an kürzerem Faden aufgehängter.

Sagr. Allerdings, wenn beide sich gleichweit aus der lotrechten Lage entfernen.

Salv. Diese gröfsere oder geringere Entfernung thut nichts zur Sache; denn ein und dasselbe Pendel vollführt seine wiederholten Schwingungen stets in gleichen Zeiten, mag jene sehr grofs oder sehr klein sein, d. h. mag sich nun das Pendel sehr weit oder nur ganz wenig aus der lotrechten Lage wegbegeben; und wenn sie auch nicht völlig gleich sind, so ist doch ihre Verschiedenheit unmerklich, wie der Versuch Euch lehren kann. Wären sie aber auch sehr ungleich, so würde das unserer Sache nicht schaden, sondern nützen. Zeichnen wir nämlich die lotrechte Linie AB; im Punkte A befestigt möge ein Gewicht C am Faden AC hängen und an demselben Faden weiter nach oben ein zweites Gewicht E. Entfernt man den Faden AC aus der lotrechten Lage und überläfst ihn dann sich selbst, so werden die Gewichte C und E sich längs der Bogen CBD und EGF bewegen. Da

Schwingungen desselben Pendels erfolgen gleich häufig, ob sie grofs oder klein sind.



nun aber das Gewicht E kürzer aufgehangen ist und da es nach Euerer Ansicht sich weniger aus der Gleichgewichtslage entfernt, so hat es das Bestreben schneller zurückzukehren und häufigere Schwingungen zu machen, als das Gewicht C. Es wird daher dieses daran hindern so weit nach dem Endpunkte D hin auszuschlagen, als es bei völliger Freiheit geschehen würde; indem es auf diese Weise bei jeder Schwingung ein beständiges Hindernis bereitet, wird es das Gewicht endlich zum Stillestehen bringen. Nun ist der Faden selbst — auch wenn man die Gewichte sich entfernt denkt — aus vielen schweren Pendeln zusammengesetzt: jeder seiner Teile nämlich ist ein solches Pendel, eines immer näher dem Punkte A aufgehangen als das andere und daher bestrebt seine Schwingungen in immer kürzeren Perioden zu wiederholen. Der Faden ist also imstande ein beständiges Hindernis für das Gewicht C abzugeben. Ein Beweis dafür ist, dafs, wenn wir den Faden AC beobachten, wir ihn nicht straff gespannt erblicken, sondern gekrümmt. Nehmen wir an Stelle des Fadens eine Kette, so werden wir diese Erscheinung noch sehr viel deutlicher wahrnehmen, besonders wenn wir den schweren Körper C weit aus der lotrechten Lage AB entfernen. Denn da die Kette aus vielen in einander gelenkten Teilchen besteht, von welchen jedes ziemlich schwer ist, so werden die Bogen AEC, AFD merklich gekrümmt erscheinen. Darum also, weil die Teile der Kette um so rascher zu schwingen streben, je näher sie dem Punkte A sind, lassen sie die tiefsten Teile nicht so weit ausschlagen, als diese von Natur aus thun würden. Durch die beständigen Abzüge an den Schwingungen des Gewichtes C wird dieses demnach schliefslich zum Stillestehen gebracht, wenn man gleich das Hindernis der Luft entfernen könnte.

Ursache, welche das Pendel hemmt und es zum Stillstehen bringt.

Faden oder Kette, woran das Pendel befestigt ist, krümmt sich, bei dessen Schwingungen im Bogen und ist nicht straff gespannt.

Sagr. Eben sind die Bücher angelangt: nehmt sie, Signore Simplicio, und sucht die Stelle, über die wir im Zweifel sind.

Simpl. Hier ist sie, da wo er anfängt gegen die tägliche Bewegung der Erde zu argumentieren, nachdem er zuvor die jährliche wiederlegt hat.[104]) *Motus terrae annuus asserere Copernicanos cogit conversionem eiusdem quotidianam; alias idem terrae hemisphaerium continenter ad Solem esset conversum, obumbrato semper averso.*[105]) Demnach würde die eine Hälfte der Erde die Sonne niemals zu sehen bekommen.

Salv. Nach diesem ersten Debut scheint mir der Mann die Lehre des Kopernikus sich nicht richtig vorzustellen. Denn hätte er Acht gegeben, wie dieser die Achse des Erdballs beständig sich selber parallel sein läfst, so würde er nicht gesagt haben, die Hälfte der Erde sähe niemals die Sonne, sondern das Jahr sei nur ein natürlicher Tag, d. h.

allenthalben auf der Erde hätte man sechs Monate lang Tag und sechs Monate lang Nacht, wie es jetzt bei den Bewohnern der Pole der Fall ist. Doch dies mag ihm hingehen; fahren wir fort.

Simpl. Weiter heifst es: *Hanc autem girationem Terrae impossibilem esse sic demonstramus.* Was nun folgt, ist die Erklärung der nachstehenden Figur, wo viele schwere absteigende Körper und leichte ansteigende abgemalt zu sehen sind, sowie Vögel, die in der Luft schweben und dgl. m.

Sagr. Zeigt her, bitte! Ach, was für schöne Bilderchen! Diese Vögel, diese Kugeln und die anderen schönen Sachen!

Simpl. Es sind das Kugeln, welche aus der Sphäre des Mondes kommen.

Sagr. Was ist denn dies?

Simpl. Es ist eine Schnecke, die man hier in Venedig *bovoli* nennt[106]); sie kommt auch aus der Sphäre des Mondes.

Sagr. Ja, ja; darum hat auch der Mond so grofsen Einfluſs auf diese Schalentiere, die wir *pesci armai* nennen.

Simpl. Hier folgt dann die von mir angeführte Berechnung der Wegstrecke, welche während eines natürlichen Tages, während einer Stunde, einer Minute und einer Sekunde ein unter dem Äquator gelegener Punkte der Erde zurücklegt, und ebenso ein solcher, der unter dem achtundvierzigsten Breitengrade liegt. Jetzt kommt die Stelle, wo ich zweifle, ob ich sie nicht vielleicht falsch wiedergegeben habe; lesen wir sie also. *His positis, necesse est terra circulariter mota, omnia ex aëre eidem, etc. Quod si hasce pilas aequales ponemus pondere, magnitudine, gravitate, et in concavo sphaerae Lunaris positas libero descensui permittamus, si motum deorsum aequemus celeritate motui circum (quod tamen secus est, cum pila A, etc.), elabentur minimum (ut multum cedamus adversariis) dies sex: quo tempore sexies circa terram, etc.*[107])

Salv. Ihr hattet nur allzu getreu den Einwand dieses Mannes wiedergegeben. Ihr könnt daraus ersehen, Signore Simplicio, mit welcher Vorsicht die Leute zu Werke gehen müssen, welche andere glauben machen möchten, woran sie vielleicht selbst nicht glauben. Denn dem Verfasser kann doch unmöglich entgangen sein, dafs er sich einen Kreis vorstellte, dessen Durchmesser zwölfmal gröfser ist als der Umfang, während die Mathematiker lehren, dafs jener weniger als den dritten Teil von diesem beträgt. Es ist das ein Irrtum, wie wenn man für mehr als 36 ausgiebt, was weniger ist als 1.[108])

Sagr. Vielleicht stimmen jene mathematischen Verhältniszahlen, welche *in abstracto* richtig sind, nicht so ganz, wenn sie *in concreto* auf physische, elementare Kreise angewendet werden.[109]) Ich glaube aller-

dings, dafs, wenn die Böttcher den Halbmesser eines Fafsbodens suchen, sie sich der abstrakten mathematischen Regel bedienen, obgleich diese Böden sehr materielle und konkrete Dinge sind. Signore Simplicio mag also eine Entschuldigung für den Irrtum des Verfassers vorbringen und sagen, ob nach seiner Ansicht die Physik so weit von der Mathematik abweichen kann.

Simpl. Diese Ausflucht halte ich nicht für ausreichend, denn die Differenz ist zu grofs. In diesem Falle bleibt mir nichts anderes zu sagen übrig, als *quandoque bonus etc.* Aber gesetzt auch die Rechnung Signore Salviatis sei richtiger und die Fallzeit der Kugel betrage nicht mehr als drei Stunden, so bleibt es meines Dafürhaltens jedenfalls höchst wunderbar, dafs sie von der Sphäre des Mondes, also aus einer so grofsen Entfernung kommend gleichwohl von Natur aus bestrebt sein sollte, immer über demselben Punkte der Erde zu verharren, über welchem sie zu Anfang ihrer Bewegung sich befand und dafs sie nicht vielmehr ein sehr grofses Stück dahinter zurückbleiben sollte.

Salv. Man kann die Erscheinung als wunderbar bezeichnen oder als nicht wunderbar, sondern als natürlich und alltäglich, je nach den gemachten Voraussetzungen. Denn wenn, den Annahmen des Autors zufolge, die Kugel während ihres Aufenthaltes in der Mondsphäre die vierundzwanzigstündige Kreisbewegung der Erde und aller übrigen innerhalb der Sphäre enthaltenen Gegenstände mitgemacht hat, so wird dieselbe Kraft, welche sie vor dem Fallen in Kreisbewegung versetzt hat, sie auch beim Fallen in dieser Bewegung erhalten. Ja sie wird nicht nur sich an der Bewegung der Erde beteiligen und nicht hinter ihr zurückbleiben, sie mufs sogar dieser zuvorkommen.[110]) Denn bei der Annäherung an die Erde mufs die drehende Bewegung in immer kleineren Kreisen stattfinden; wenn also die Kugel die nämliche Geschwindigkeit bewahrt, welche sie in der Mondsphäre hatte, so müfste sie, wie gesagt, die Rotation der Erde überholen. War aber die Kugel in der Mondsphäre unbeteiligt an der kreisenden Bewegung, so braucht sie auch beim Fallen sich nicht senkrecht über dem Punkte zu halten, über welchem sie beim Beginn des Falles schwebte. Weder Kopernikus noch einer seiner Anhänger wird dies behaupten wollen.

Simpl. Der Verfasser wird aber, wie Ihr sehen werdet, den Einwand machen, dafs er fragt, was für ein Princip eine solche Kreisbewegung der schweren und der leichten Körper bedingt, ob ein inneres oder äufseres.

Salv. Auf dem Boden des vorliegenden Problems verharrend behaupte ich, dafs dasselbe Princip, welches die Kugel während ihrer Anwesenheit in der Mondsphäre bewegte, sie auch beim Falle in

Drehung erhält. Ich überlasse es dann dem Verfasser, nach Belieben es für ein inneres oder äufseres zu erklären.

Simpl. Der Verfasser wird den Beweis liefern, dafs es weder ein inneres noch ein äufseres sein kann.

Salv. Und ich werde entgegnen, dafs dann die Kugel in der Mondsphäre sich nicht bewegt hat; ich bin damit von der Pflicht entbunden erklären zu müssen, warum sie beim Fallen stets lotrecht über demselben Punkte verharrt, in Erwägung nämlich, dafs dieses Verharren dann nicht stattfindet.

Simpl. Gut; da aber die schweren und leichten Körper weder durch ein inneres noch durch ein äufseres Princip sich kreisförmig bewegen können, so wird sich auch der Erdball nicht kreisförmig bewegen und so gelangen wir zu dem gewünschten Ergebnis.

Salv. Ich habe nicht gesagt, die Erde habe weder ein äufseres noch ein inneres Princip der Kreisbewegung; ich sage nur, dafs ich nicht weifs, ob sie das eine oder andere habe; mein Nichtwissen kann es ihr doch nicht benehmen. Wenn aber Euer Autor weifs, vermöge welchen Princips andere unzweifelhaft sich bewegende Weltkörper in Drehung versetzt werden, so behaupte ich, dafs die Bewegungsursache der Erde etwas Ähnliches sei wie das, was den Mars, Jupiter oder nach seiner Ansicht auch die Fixsternsphäre bewegt. Wenn er mir Auskunft giebt, was das Bewegende dieser Weltkörper ist, so verpflichte ich mich ihm sagen zu können, was die Erde bewegt. Ja noch mehr, ich will dies sogar thun, wenn er mich nur darüber belehrt, durch welche Ursache die Teile der Erde nach unten getrieben werden.

Simpl. Die Ursache dieser Erscheinung ist allbekannt; jedermann weifs, dafs es die Schwere ist.

Salv. Ihr irrt, Signore Simplicio; Ihr solltet sagen, jedermann weifs, dafs man sie Schwere nennt. Ich frage Euch aber nicht nach dem Namen, sondern nach dem Wesen der Sache. Über dieses Wesen wifst Ihr nicht im geringsten mehr, als Ihr über das Wesen des bewegenden Princips der Sterne wifst, ausgenommen den Namen, welchen man jenem gegeben hat und der einem geläufig und vertraut ist durch die oft wiederholte Erfahrung, die man tausendfältig den Tag über macht. In der That aber haben wir ebensowenig ein Verständnis für das Princip oder die Kraft, welche den Stein nach unten treibt, als wir begreifen, was ihn nach oben bewegt, nachdem er die Hand des Schleudernden verlassen, oder was den Mond in seiner Kreisbahn erhält, abgesehen, wie gesagt, von dem Namen Schwere, welchen wir für diesen besonderen und eigenartigen Zweck gewählt haben, während wir sonst mit allgemeinerem Ausdrucke bald von ein-

Wir wissen nicht besser, was die schweren Körper nach unten bewegt, als was die Sterne im Kreise bewegt; wir kennen nur die dafür gebräuchliche Benennung.

geprägter Kraft reden, bald eine informierende oder assistierende Intelligenz annehmen, und bei unendlich vielen anderen Bewegungen als Ursache die Natur bezeichnen.[111])

Simpl. Ich glaube, der Verfasser fragt sehr viel weniger, als was Ihr zu beantworten Euch weigert. Er will ja nicht von Euch wissen, welches besondere, namentlich zu nennende Princip schwere und leichte Körper in Drehung versetzt, sondern er will nur hören, mag es sonst beschaffen sein, wie es will, ob Ihr es für ein inneres oder äufseres Princip haltet. Denn wiewohl ich nicht weifs, was die Schwere ist, vermöge deren die Erde sich nach unten bewegt, so weifs ich doch, sie ist ein inneres Princip, weil es von selbst wirkt, sobald keine Hindernisse vorhanden sind. Ebenso weifs ich umgekehrt, dafs das Princip, welches sie nach oben bewegt, ein äufseres ist, wenn ich auch nicht weifs, was die ihr von dem Schleudernden eingeprägte Kraft ist.

Salv. Wie viele abseits liegende Untersuchungen müfsten wir führen, wenn wir alle Fragen lösen wollten, von denen sich eine immer an die andere knüpft! Ihr nennt ein äufseres, vielleicht auch ein widernatürliches, gewaltsames Princip dasjenige, was den geschleuderten schweren Körper nach oben treibt; vielleicht aber ist es nicht weniger innerlich und natürlich, als das, was ihn nach unten führt. Man kann es allenfalls ein äufseres und gewaltsames nennen, solange der Körper mit dem Schleudernden in Verbindung steht; getrennt aber von ihm, welcher äufsere Umstand ist da als Beweger des Pfeils oder der Kugel vorhanden? Man kann nur notgedrungen zugeben, dafs die Kraft, welche ihn in die Höhe treibt, nicht weniger innerlich ist als die, welche ihn abwärts bewegt. Ich halte die Aufwärtsbewegung infolge eines mitgeteilten Antriebes für ebenso natürlich, wie die durch die Schwere bedingte Abwärtsbewegung.[112])

Die Kraft, welche geworfene Körper in die Höhe führt, ist ihnen nicht weniger natürlich, als die Schwere, welche sie nach unten bewegt.

Simpl. Das werde ich niemals zugeben, denn dieser liegt ein inneres, natürliches und ewiges Princip zu Grunde, jener aber ein äufseres, gewaltsames und zeitlich begrenztes.

Salv. Wenn Ihr mir schon das Zugeständnis verweigert, dafs die Principien der Abwärts- und Aufwärtsbewegung bei den schweren Körpern gleichermafsen innerlich und natürlich sind, was würdet Ihr thun, wenn ich Euch gar sagte, dafs sie auch geradezu identisch sein können?[113])

Simpl. Das stelle ich Euerem Urteile anheim.

Salv. Nein, ich möchte Euch selbst entscheiden lassen. Darum sagt mir: glaubt Ihr, dafs in einem und demselben Naturkörper innere Principien ihren Sitz haben können, die einander entgegengesetzt sind?

Entgegengesetzte Principien können nicht von Natur an demselben Subjekte ihren Sitz haben.

Simpl. Unbedingt nein.

Salv. Welches natürliche, innere Bestreben glaubt Ihr nun, wohne der Erde, dem Blei, dem Golde, kurz den allerschwersten Stoffen inne? zu welcher Bewegung, meine ich, veranlafst sie das ihnen innewohnende Princip nach Euerer Ansicht?

Simpl. Zu der Bewegung nach dem Mittelpunkte der schweren Körper, d. h. zum Mittelpunkte des Weltalls und der Erde, wohin sie sich begeben würden, wenn keine Hindernisse im Wege stünden.

Salv. Wenn also der Erdball von einem Schacht durchbohrt wäre, der durch seinen Mittelpunkt hindurch ginge, so würde eine Kanonenkugel, die man hindurchfallen liefse, von ihrem natürlichen, inneren Princip bewegt, sich zum Mittelpunkte hinbegeben. Diese ganze Bewegung würde sie von selbst und vermöge eines inneren Princips ausführen, nicht wahr?

Simpl. Davon bin ich fest überzeugt.

Salv. Wird sie nun aber, im Mittelpunkte angekommen, sich Euerer Ansicht nach noch darüber hinaus bewegen oder unmittelbar nach der Bewegung stille stehen?

Simpl. Ich glaube, sie würde sich um eine sehr bedeutende Strecke weiter bewegen.

Salv. Würde diese Bewegung über das Centrum hinaus nicht aber eine aufwärts gerichtete, also Euerer Ansicht nach eine widernatürliche und gewaltsame sein? Und von welchem anderen Princip wollt Ihr sie herleiten, wenn nicht von dem nämlichen, welches die Kugel zum Mittelpunkt hingeführt hat und das Ihr ein inneres und natürliches genannt habt? Macht Ihr eine äufsere Ursache ausfindig, welche die Wurfbewegung hervorruft, und die neu hinzutritt, um sie aufwärts zu treiben! Und was von dieser Bewegung über den Erdmittelpunkt hinaus gilt, kann man auch hier oben bei uns erblicken. Der innere Antrieb nämlich eines Körpers, welcher eine geneigte Fläche hinabfällt, wird ihn, wenn diese Fläche unten sich umbiegt und nach oben wendet, ohne irgendwelche Unterbrechung der Bewegung auch nach oben führen. Eine an einem Faden hängende Bleikugel bewegt sich, wenn sie aus der lotrechten Lage entfernt wird, freiwillig abwärts, von ihrem inneren Bestreben getrieben, und ohne Ruhepause überschreitet sie den tiefsten Punkt und ohne irgendwelche neu hinzutretende Bewegungsursache bewegt sie sich nach oben. — Ich weifs ferner, Ihr werdet nicht in Abrede stellen, dafs ebenso natürlich und innerlich bei den schweren Körpern dasjenige Princip ist, welches sie nach unten führt, als bei den leichten dasjenige, welches sie nach oben bewegt. Aus diesem Grunde führe ich Euch eine hölzerne Kugel vor, welche durch die Luft aus grofser Höhe herabfällt und sich also einem

Die natürliche Bewegung verwandelt sich von selbst in diejenige, die man widernatürlich und gewaltsam nennt.

inneren Princip gemäfs bewegt; an der Oberfläche eines tiefen Gewässers angelangt, setzt sie ihre Abwärtsbewegung fort und ohne sonstige äufsere Bewegungsursache taucht sie eine bedeutende Strecke unter. Und doch ist für sie die Abwärtsbewegung im Wasser widernatürlich und bei alledem wird sie durch ein Princip bedingt, welches der Kugel innewohnt, nicht von aufsen auf sie einwirkt. Hier habt Ihr also den Beweis, dafs ein Körper vermöge eines und desselben inneren Princips entgegengesetzte Bewegungen ausführen kann.

Simpl. Ich glaube, auf alle diese Einwände lassen sich Entgegnungen machen, wenn mir auch vorläufig keine einfallen. Aber wie dem auch sei, der Verfasser fährt fort zu fragen, von was für einem Princip diese Kreisbewegung der schweren und der leichten Körper bedingt sei, ob nämlich von einem inneren oder einem äufseren. In der Folge beweist er sodann, dafs weder das eine noch das andere der Fall sein kann, indem er sagt: *Si ab externa, Deusne illam excitat per continuum miraculum? An vero Angelus, an Aër? Et hunc quidem multi assignant. Sed contra.*[111])

Salv. Spart Euch die Mühe, die Widerlegung dieser Ansicht vorzulesen; denn ich gehöre nicht zu denen, welche die fragliche Ursache in der umgebenden Luft erblicken. Was das Wunder oder den Engel betrifft, so möchte ich mich eher nach dieser Seite hin neigen. Denn was mit einem göttlichen Wunder und mit dem Wirken der Engel anhebt, wie es mit der Überführung der Kanonenkugel in die Mondsphäre der Fall ist, das kann sehr wohl auch seinen Fortgang auf Grund des nämlichen Princips nehmen. Was die Luft anlangt, so bin ich zufrieden damit, dafs sie die Kreisbewegung der Körper nicht hindert, deren Bewegung angeblich durch sie erst ermöglicht wird. Zu diesem Zwecke genügt es — und mehr ist nicht erforderlich — dafs sie dieselbe Bewegung ausführt und ihre Kreisbewegung mit derselben Geschwindigkeit vollendet wie der Erdball.

Simpl. Er aber wird gleichermafsen dagegen sich auflehnen und fragen: wer führt die Luft im Kreise, die Natur oder äufsere Gewalt? Dafs es die Natur nicht sein kann, widerlegt er, indem er sagt, dafs dies der Wahrheit, der Erfahrung und dem Kopernikus selber widerspreche.[115])

Salv. Dem Kopernikus widerspricht dies keineswegs; er schreibt nichts Derartiges und der Verfasser erweist ihm allzuviel Ehre, wenn er ihm dies in den Mund legt. Kopernikus schreibt vielmehr, und zwar nach meiner Ansicht sehr richtig, der der Erde benachbarte Teil der Atmosphäre sei eher als irdische Ausdünstung zu betrachten und könne daher die nämliche Natur haben wie diese, also auch von Natur

ihrer Bewegung folgen; oder aber wegen der unmittelbaren Berührung ihr in der Weise folgen, wie die Peripatetiker den oberen Teil der Atmosphäre und das Element des Feuers die Bewegung der Mondsphäre mitmachen lassen.[116]) Es liegt dann diesen ob zu erklären, ob besagte Bewegung natürlich oder gewaltsam sei.

Simpl. Der Verfasser wird entgegnen: wenn Kopernikus blofs den unteren Teil der Atmosphäre sich bewegen läfst, während der obere an genannter Bewegung nicht teilnimmt, so wird er nicht Rechenschaft ablegen können, wieso jene ruhende Luft eben diese schweren Körper mit sich fortzuführen und sie der Bewegung der Erde folgen zu lassen vermag.

Die Neigung der elementaren Körper der Erde zu folgen hat eine begrenzte Sphäre.

Salv. Kopernikus wird sagen: die natürliche Neigung der elementaren Körper der Erdbewegung zu folgen, giebt sich in einer begrenzten Sphäre kund, aufserhalb deren ein solcher natürlicher Trieb aufhören würde. Abgesehen davon ist es, wie gesagt, nicht die Luft, welche die Körper mit sich fortführt; diese machen vielmehr deren Bewegung auch getrennt von der Erde mit. Demnach fallen alle Einwendungen, welche der Verfasser vorbringt, um zu beweisen, dafs die Luft nicht solche Erscheinungen verursacht, in nichts zusammen.

Simpl. Da es also nicht an dem ist, wird man die genannten Erscheinungen als Wirkungen eines inneren Princips betrachten müssen. Gegen diese Behauptung aber *oboriuntur difficillimae, imo inextricabiles quaestiones secundae*, nämlich die folgenden. *Principium illud internum vel est accidens, vel substantia. Si primum, qualenam illud? nam qualitas loco motiva circum, hactenus nulla videtur esse agnita.*[117])

Salv. Wieso kennt man keine solche Qualität? Gehören denn nicht diejenigen Eigenschaften hierher, welche alle elementaren Materien gleichzeitig mit der Erde in Bewegung versetzen? Seht, wie hier der Verfasser das als richtig voraussetzt, was erst bewiesen werden soll.

Simpl. Er behauptet, dafs man davon nichts wahrnimmt und es scheint mir, dafs er darin Recht hat.

Salv. Von uns wird es nicht wahrgenommen, weil wir uns gleichzeitig mit ihnen drehen.

Simpl. Hört den anderen Einwand. *Quae etiamsi esset, quomodo tamen inveniretur in rebus tam contrariis? in igne ut in aqua? in aëre ut in terra? in viventibus ut in anima carentibus?*[118])

Salv. Angenommen einstweilen, Wasser und Feuer seien Gegensätze und ebenso Luft und Erde — wiewohl sich viel darüber reden liefse — so könnte höchstens daraus gefolgert werden, dafs ihnen diejenigen Bewegungen nicht gemeinsam zukommen können, die unter

einander entgegengesetzt sind. Man könnte also schliefsen, dafs z. B. die Aufwärtsbewegung, welche von Natur dem Feuer zukommt, nicht auch dem Wasser zukommen könnte, sondern dafs vielmehr wegen der entgegengesetzten Natur von Wasser und Feuer jenem die entgegengesetzte Bewegung zukommen müsse wie diesem, d. h. also die Bewegung nach unten. Die Kreisbewegung aber, welche weder der nach oben gerichteten noch der nach unten gerichteten Bewegung entgegengesetzt ist, welche vielmehr mit beiden sich mischen kann, wie Aristoteles selbst versichert, warum sollte sie nicht gleichermafsen den schweren und den leichten Körpern zukommen? Die Bewegungen ferner, welche lebenden und leblosen Wesen nicht gemeinsam zukommen können, sind die durch das Vorhandensein der Seele bedingten. Diejenigen aber, welche dem Körper angehören, insofern dieser von elementarer Natur ist und folglich teilnimmt an den Eigenschaften der Elemente — warum sollten diese nicht dem Leichnam und dem lebenden Wesen gemeinsam sein können? Wenn also die Kreisbewegung den Elementen eigentümlich ist, so wird sie auch sämtlichen zusammengesetzten Körpern zukommen müssen.

Sagr. Unbedingt mufs dieser Autor der Ansicht sein, dafs wenn eine tote Katze aus dem Fenster hinausfällt, eine lebende unmöglich hinausfallen kann; denn es ist nicht in Ordnung, dafs eine Leiche Eigenschaften besitzt, die auch einem lebenden Wesen zukommen.

Salv. Die Schlüsse des Verfassers beweisen also nichts gegen denjenigen, welcher sagt, das Princip der Kreisbewegung bei schweren und leichten Körpern sei ein inneres Accidens. Ich weifs nicht, ob es ihm besser gelingt zu zeigen, dafs jenes Princip keine Substanz sein kann.

Simpl. Er erhebt dagegen viele Einwendungen. Die erste ist folgende. *Si secundum [nempe si dicas tale principium esse substantiam], illud est aut materia, aut forma, aut compositum; sed repugnant iterum tot diversae rerum naturae, quales sunt aves, limaces, saxa, sagittae, nives, fumi, grandines, pisces etc.; quae tamen omnia specie et genere differentia moverentur a natura sua circulariter, ipsa naturis diversissima, etc.*[119])

Salv. Wenn die genannten Dinge von so verschiedenartiger Natur sind und darum nicht eine gemeinsame Bewegung haben können, so wird man, um für alle eine befriedigende Erklärung zu geben, sich auf etwas Anderes besinnen müssen als blofs auf die beiden Bewegungen nach oben und nach unten. Man braucht dann eine besondere für die Pfeile, eine für die Schnecken, eine andere für die Steine, eine für die Fische; man wird auch an die Regenwürmer, an die Topase, an die Schwämme zu denken haben, die unter einander nicht weniger von Natur verschieden sind als Hagel und Schnee.

Simpl. Ihr scheint Euch über diese Argumente lustig machen zu wollen.

Salv. Doch nicht, Signore Simplicio; es ist aber schon vorher erwidert worden, dafs ebenso gut wie eine Bewegung nach unten oder nach oben allen genannten Gegenständen zukommen kann, ihnen auch eine Kreisbewegung wird zukommen können. Und vom Standpunkte der peripatetischen Lehre aus, werdet Ihr nicht einen gröfseren Unterschied zwischen einem elementaren Kometen und einem Sterne des Firmaments machen als zwischen einem Fische und einem Vogel? Und doch bewegen sich beide kreisförmig. Teilt uns nun weiter das zweite Argument mit.

Simpl. *Si terra staret per voluntatem Dei, rotarenturne caetera an non? Si hoc, falsum est, a natura girari; si illud, redeunt priores quaestiones. Et sane mirum esset, quod gavia pisciculo, alauda nidulo suo, et corvus limaci petraeque etiam volens imminere non posset.*[120])

Salv. Was mich angeht, so würde ich darauf ganz allgemein erwidern, dafs wenn einmal der Wille Gottes die Erde in ihrer täglichen Rotation hemmt, eben derselbe Wille Gottes auch verfügen wird, was die Vögel zu thun haben. Sollte aber gleichwohl der Verfasser eine speciellere Antwort wünschen, so würde ich ihm sagen, dafs sie in diesem Falle genau das Gegenteil von dem thäten, was sie thun würden, wenn sie getrennt von der Erde in der Luft schwebten und nun vermöge des göttlichen Willens der Erdball in eine ungeheuer rasche Bewegung versetzt würde. Dem Verfasser erwächst dann die Aufgabe uns zuverlässigen Bericht zu erstatten, was in einem solchen Falle geschähe.

Sagr. Ich bitte Euch, Signore Salviati, räumt doch dem Verfasser auf meine Fürsprache hin ein, dafs wenn die Erde durch den Willen Gottes stehen bliebe, die anderen von ihr getrennten Dinge ihre natürliche Bewegung weiter im Kreise fortsetzten, und hören wir, was für unmögliche oder ungebührliche Folgen sich dann einstellen würden. Ich für meinen Teil kann nämlich keine gröfseren Umwälzungen erblicken, als die, welche der Autor selbst vorbringt: dafs die Lerchen, wenn sie auch möchten, nicht über ihrem Neste, die Raben nicht über den Schnecken oder den Felsen schweben könnten. Infolge davon müfsten sich die Raben die Lust nach den Schnecken vergehen lassen und die jungen Lerchen würden vor Hunger und Kälte sterben, da sie von ihren Müttern nicht gefüttert und erwärmt werden könnten. Das ist der ganze Umsturz, den ich bei der Annahme des Verfassers voraussehen kann. Seht Ihr doch, Signore Simplicio, ob sich ärgere Ungeheuerlichkeiten daraus ergeben müssen.

Simpl. Ich kann keine schlimmeren ausfindig machen; wohl aber mufs der Verfasser aufser den angeführten noch andere Umwälzungen in der Natur im Auge haben, die er vielleicht aus gewichtigen Gründen nicht hat erwähnen mögen. Ich will also jetzt zu dem dritten Einwande übergehen. *Insuper qui fit, ut istae res tam variae tantum movcantur ab occasu in ortum, parallelae ad aequatorem? ut semper movcantur, numquam quiescant.*[121])

Salv. Sie bewegen sich von Westen nach Osten, parallel dem Äquator, ohne stille zu stehen, genau in derselben Weise, wie Ihr glaubt, dafs die Fixsterne sich von Osten nach Westen bewegen, parallel dem Äquator, ohne stille zu stehen.

Simpl. *Quare quo sunt altiores celerius, quo humiliores tardius?*[122])

Salv. Weil bei einer Kugel oder einem Kreise, der sich um seinen Mittelpunkt dreht, die entfernteren Teile gröfsere Kreise, die näheren in der nämlichen Zeit kleinere beschreiben.

Simpl. *Quare, quae aequinoctiali propiores in maiori, quae remotiores in minori circulo ferrentur?*[123])

Salv. Um es der Sternensphäre gleichzuthun, in welcher die dem Äquator benachbarten Sterne sich in gröfseren Kreisen bewegen als die entfernteren.

Simpl. *Quare pila eadem, sub aequinoctiali tota circa centrum terrae, ambitu maximo, celeritate incredibili; sub polo vero, circa centrum proprium giro nullo, tarditate suprema volvetur?*[124])

Salv. Um es den Sternen am Firmament gleichzuthun, welche dasselbe thäten, wenn die tägliche Bewegung an ihnen haftete.

Simpl. *Quare eadem res, pila, verbi caussa, plumbea, si semel terram circuivit descripto circulo maximo, eandem ubique non circummigret secundum circulum maximum? sed translata extra aequinoctialem, in circulis minoribus agetur?*[125])

Salv. Weil es die Fixsterne ebenso machen würden oder es vielmehr nach der Lehre des Ptolemäus[126]) ebenso gemacht haben; etliche standen nämlich einst dem Äquator ganz nahe und beschrieben gröfste Kreise, jetzt aber, wo sie entfernt davon sind, beschreiben sie kleinere.

Sagr. O, wenn ich alle diese schönen Sachen nur im Kopf behalten könnte, ich würde das für einen grofsen Gewinn erachten. Ihr müfst mir das Büchlein leihen, Signore Simplicio, denn es findet sich unbedingt eine überwältigende Fülle seltener und auserlesener Sachen darin.

Simpl. Ich werde es Euch zum Geschenke machen.

Sagr. Nein, das nicht, ich möchte Euch seiner nicht berauben. Aber sind die Fragen schon zu Ende?

Simpl. Nein, hört nur! *Si latio circularis gravibus et levibus est naturalis, qualis est ea, quae fit secundum lineam rectam? Nam si naturalis, quomodo et is motus qui circum est, naturalis est cum specie differat a recto? Si violentus, qui fit ut missile ignitum sursum evolans scintillosum caput sursum a terra non autem circum volvat etc.*[127])

Salv. Es ist schon unzählige Male angegeben worden, dafs die Kreisbewegung dem Ganzen und den Teilen natürlich ist, sobald sie sich in bester Anordnung befinden, die geradlinige Bewegung dient dazu, die in ihrer Lage gestörten Teile wieder in diese zurückzuführen. Freilich noch besser ist es zu sagen, dafs weder die geordneten noch die ungeordneten Teile sich geradlinig bewegen, sondern dafs sie eine gemischte Bewegungsart besitzen, die möglicherweise schlechthin kreisförmig ist. Für uns aber ist nur ein Teil dieser gemischten Bewegung sichtbar und wahrnehmbar, nämlich der geradlinige, während uns der andere kreisförmige Teil verborgen bleibt, weil wir selbst an dieser Bewegung teilnehmen. Damit erledigt sich auch der Fall der Raketen; sie bewegen sich aufwärts und im Kreise, wir aber können das Kreisförmige nicht gesondert wahrnehmen, weil dieses auch unserer eigenen Bewegung anhaftet. Unser Verfasser aber scheint diese Mischung niemals begriffen zu haben; denn man sieht ja, wie er unumwunden sagt, dafs die Raketen gerade nach oben und keineswegs im Kreise sich bewegen.

Von der gemischten Bewegung nehmen wir den kreisförmigen Teil nicht wahr, weil wir selbst uns kreisförmig bewegen

Simpl. *Quare centrum sphaerae delapsae sub aequatore, spiram describit in eius plano, sub aliis parallelis spiram describit in cono? sub polo descendit in axe, lineam giralem decurrens, in superficie cylindrica consignatam?*[128])

Salv. Weil die vom Centrum nach der Oberfläche der Kugel gezogenen Linien, längs welcher die schweren Körper fallen, eine Kreisfläche beschreiben, sobald sie am Äquator endigen, hingegen Kegelflächen beschreiben, sobald sie nach einem anderen Parallelkreis gezogen sind, während die Achse endlich überhaupt keine Fläche beschreibt, sondern unbewegt an der Stelle bleibt. Wenn ich Euch offen meine Meinung sagen soll, so kann ich aus allen diesen Fragen keinen triftigen Gegengrund gegen die Bewegung der Erde entnehmen. Denn zugestanden, die Erde bewege sich nicht, und ich fragte den Verfasser, wie es um alle diese Besonderheiten stünde, wenn die Erde sich so bewegte, wie es Kopernikus will, so würde er sicherlich sagen, dafs alle jene Erscheinungen eintreten müfsten, welche er jetzt als Mifsstände gegen die Ansicht von der Bewegung der Erde ins Feld führt. Im Kopfe dieses Mannes gelten also die notwendigen Folgerungen als widersinnig. Doch lafst uns, bitte, diese langweiligen Fragen möglichst rasch erledigen, wenn sie noch nicht fertig sind.

Simpl. Im folgenden wird die Ansicht des Kopernikus und seiner Anhänger bestritten, wonach die geradlinige Bewegung der von ihrem Ganzen getrennten Teile nur dazu diene, sie mit ihrem Ganzen wieder zu vereinigen, während ihre schlechthin natürliche Bewegung die tägliche Rotation sei. Ihnen gegenüber erhebt er den Einwand, dafs nach dieser Ansicht: *si tota terra una cum aqua in nihilum rediger retur, nulla grando aut pluvia e nube decideret, sed naturaliter tantum circumferretur; neque ignis ullus aut igneum ascenderet, cum in illorum, non improbabili sententia, ignis nullus sit supra.*[129])

Salv. Die umsichtige Fürsorge dieses Philosophen ist bewundernswert und verdient grofses Lob. Denn nicht zufrieden damit, an die Dinge zu denken, welche im gewöhnlichen Laufe der Natur eintreten können, will er sogar gerüstet sein für solche Fälle, von denen unbedingt feststeht, dafs sie niemals eintreten werden. Ich will also, um eine recht schöne, scharfsinnige Schlufsfolgerung von ihm zu hören, zugestehen, dafs, wenn Erde und Wasser vernichtet würden, weder Hagel noch Regen fortan niederfielen; noch feurige Stoffe in die Höhe sich bewegten, sondern in beständiger Rotation sich schwebend erhielten. Was weiter? was will mir unser Philosoph entgegenhalten?

Simpl. Der Einwand ist in den unmittelbar folgenden Worten enthalten. Es heifst da: *quibus tamen experientia et ratio adversatur.*[130])

Salv. Jetzt mufs ich die Waffen strecken. Er hat einen zu grofsen Vorteil vor mir voraus; mir fehlt es an der Erfahrung, die er besitzt, denn ich bin noch nie in der Lage gewesen zu sehen, wie der Erdball samt dem Elemente des Wassers zu nichte geworden ist, und habe somit noch nie beobachten können, wie bei einem solchen Weltuntergang im kleinen Hagel und Wasser sich verhielten. Teilt er uns denn wenigstens zu unserer Belehrung mit, wie es sich damit verhielt?

Simpl. Das sagt er nirgends.

Salv. Was würde ich nicht darum geben, mit diesem Manne mich unterreden zu können, um ihn zu fragen, ob mit dem Verschwinden unseres Erdballs auch der gemeinsame Schwerpunkt abhanden kam, wie ich vermute! In diesem Falle, glaube ich, würden Hagel und Wasser ratlos und verblüfft in den Wolken verharren und nicht wissen, was sie nunmehr anfangen sollen. Möglicherweise könnte auch die ganze Umgebung von dem grofsen, durch das Verschwinden des Erdballs entstandenen Vacuum angezogen werden und sich in diesem in verdünntem Zustande verteilen, namentlich die Luft, welche in hohem Mafse ausdehnbar ist; alles würde dann mit gröfster Geschwindigkeit darin zusammenströmen, um es auszufüllen. Vielleicht würden die festeren und materielleren Körper, wie die Vögel, welche

doch wahrscheinlich in grofser Zahl in der Luft schweben mufsten, sich in gröfste Nähe des Centrums der grofsen Hohlkugel begeben — denn es wird doch wohl vermutlich den Substanzen, die bei kleinerem Volumen eine grofse Masse enthalten, der engere Raum angewiesen, während den dünneren die weiteren Räume überlassen werden — dort würden dieselben schliefslich Hungers sterben und sich in Staub verwandeln und auf diese Weise im Verein mit der geringen Menge Wassers, welches sich damals in den Wolken befand, ein neues Kügelchen bilden. Es könnte auch der Fall sein, dafs eben diese Stoffe, da sie das Licht nicht wahrnehmen können, das Verschwinden der Erde nicht bemerkten und blind darauf los in gewohnter Weise sich abwärts bewegten in der Hoffnung auf sie zu stofsen, und dafs sie sich allmählich nach dem Mittelpunkt begäben, wohin sie auch jetzt gingen, wenn nicht der Erdball selbst sie daran hinderte. Schliefslich um unserem Philosophen eine minder zweifelhafte Antwort zu geben, sage ich, dafs ich von dem, was nach der Vernichtung des Erdballes eintreten würde, ebensoviel weifs wie er von dem, was mit und um denselben vor seiner Schöpfung vorgegangen ist. Da ich gewifs bin, dafs er bekennen würde, er könne sich nicht im entferntesten die in diesem Falle stattgefundenen Vorgänge vorstellen, so darf er mit mir nicht zu strenge ins Gericht gehen und mufs mich entschuldigen, wenn ich sein Wissen von den Vorgängen nach der Vernichtung des Erdballs nicht besitze, da ich die Erfahrung nicht gemacht habe, die er gemacht hat. Teilt uns jetzt mit, ob sonst noch etwas dasteht.

Simpl. Hier findet sich eine Figur, welche den Erdball mit einer grofsen lufterfüllten Höhlung in der Mitte darstellt. Um zu zeigen, dafs die schweren Körper sich nicht abwärts bewegen, um sich mit dem Erdball zu vereinigen, wie Kopernikus sagt, versetzt er hier diesen Stein in den Mittelpunkt und fragt, was er, sich selbst überlassen, anfangen würde; einen anderen bringt er an die Wand dieser grofsen Höhle und wirft dieselbe Frage auf, indem er bezüglich des ersten so sagt: *lapis in centro constitutus aut ascendet ad terram in punctum aliquod, aut non. Si secundum, falsum est, partes ob solam seiunctionem a toto ad illud moveri. Si primum, omnis ratio et experientia renititur; neque gravia in suae gravitatis centro conquiescent. Item si suspensus lapis, liberatus decidat in centrum, separabit se a toto, contra Copernicum: si pendeat, refragatur omnis experientia, cum videamus integros fornices corruere.*[131])

Salv. Trotz meiner mifslichen Lage will ich die Antwort darauf nicht schuldig bleiben; freilich habe ich mit jemand zu thun, der aus Erfahrung weifs, wie jene Steine in der grofsen Höhle sich verhalten,

Zuerst sind die schweren Substanzen vorhanden, dann erst das Centrum der Schwere.

während ich eine solche Beobachtung noch nicht gemacht habe. Ich erwidere, dafs meiner Meinung nach die schweren Substanzen früher vorhanden sind als das gemeinsame Centrum der Schwere. Ein blofses Centrum, welches nur ein unteilbarer Punkt ist und daher keine Wirkung ausüben kann, ist also nicht dasjenige, was die schweren Substanzen anzieht, sondern diese streben von Natur zu einer Vereinigung hin und erschaffen sich erst ein gemeinsames Centrum, den Punkt nämlich, um welchen die Teile gleiche Momente besitzen.[132])

Schafft man die grofse Masse der schweren Substanzen an einen anderen Ort, so würden die davon getrennten Teilchen mitgehen.

Ich bin daher der Meinung, dafs wenn die grofse Masse der schweren Substanzen an irgendwelchen Ort weggeschafft wird, diejenigen Teilchen, welche von dem Ganzen getrennt waren, diesem folgen und, wenn sie nicht auf Hindernisse stofsen, solange in dieses hineindringen, als sie Teile vorfinden, die ihnen an Schwere nachstehen. Angelangt aber an der Stelle, wo sie auf schwerere Materien treffen, werden sie sich nicht weiter abwärts bewegen. Darum würde nach meiner Meinung in der lufterfüllten Höhle das ganze Gewölbe einen Druck ausüben und widerwillig über jener Luftmasse nur solange bestehen bleiben, als die Härte der Erdmassen von der Schwere nicht überwunden und zerstört ist. Einzelne losgelöste Steine aber würden, glaube ich, nach dem Mittelpunkte hinfallen und nicht auf der Luft schwimmen. Deswegen dürfte man doch nicht behaupten, sie bewegten sich nicht nach ihrem Ganzen hin; denn sie bewegen sich dahin, wohin alle Teile des Ganzen sich bewegen würden, wenn sie ungehindert wären.

Simpl. Schliefslich kommt noch ein gewisser Fehler zur Sprache, den der Verfasser bei einem Anhänger des Kopernikus rügt.[133]) Dieser läfst nämlich die Erde ihre jährliche und tägliche Bewegung in derselben Weise ausführen, wie ein Wagenrad sich auf der Erdkugel und zugleich um sich selbst bewegt. Er schreibt daher entweder der Erde eine zu grofse oder der Erdbahn eine zu geringe Ausdehnung zu, da 365 Umdrehungen des Äquators weit weniger betragen als die Peripherie der Erdbahn.

Salv. Ihr irrt Euch, merkt wohl, und sagt das Gegenteil von dem, was in dem Büchlein geschrieben stehen mufs. Denn es mufs heifsen: er legte der Erde eine zu geringe oder der Erdbahn eine zu grofse Ausdehnung bei; nicht aber: der Erde eine zu grofse und der Erdbahn eine zu geringe.[1])

Simpl. Der Fehler liegt keineswegs an mir. Die Worte des

1) *Hier wird dem Verfasser des Büchleins der Irrtum zugeschrieben, er findet sich aber in Wahrheit nicht darin.*

Büchleins lauten: *non videt quod vel circulum annuum aequo minorem, vel orbem terrarum iusto multo fabricet maiorem.*

Salv. Ob der erste Verfasser geirrt hat, kann ich nicht entscheiden, da ihn der Verfasser des Büchleins nicht nennt; aber offenbar und unverzeihlich ist der Irrtum des Büchleins, mag jener erste Anhänger des Kopernikus nun geirrt haben oder nicht. Denn der Autor des Büchleins geht über einen so wesentlichen Fehler hinweg, ohne ihn zu bemerken, er macht nicht auf ihn aufmerksam und verbessert ihn nicht. Dies sei ihm indessen verziehen, da es eher eine Unachtsamkeit als etwas Schlimmeres ist. Wenn ich nicht müde und überdrüssig wäre, auf diese kleinlichen Streitigkeiten mich ganz zwecklos einzulassen und die Zeit damit zu vergeuden, so könnte ich überdies zeigen, dafs ganz wohl ein Kreis, der nicht gröfser ist als ein Wagenrad, nicht nur mit 365, sondern sogar mit weniger als 20 Umdrehungen die Peripherie der Erdbahn, ja eine tausendmal gröfsere zurücklegen oder beschreiben kann.[134]) Ich führe dies an, um zu zeigen, dafs sich weit scharfsinnigere Bemerkungen an den Irrtum des Kopernikaners[135]) knüpfen liefsen, als die von dem Verfasser des Büchleins gemachten. Aber ich bitte Euch, schöpfen wir ein wenig Atem, um uns nun mit dem anderen Gegner eben desselben Kopernikus zu beschäftigen.

Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dafs man mit der Peripherie eines kleinen, wenige Male sich umdrehenden Kreises eine Linie zurücklegen oder beschreiben kann, die gröfser ist als jener noch so grofse Kreis.

Sagr. Es thut wahrhaftig auch mir Not, obgleich mir nur die Ohren weh thun. Wenn ich nicht hoffte, geistvollere Betrachtungen von diesem anderen Autor zu hören, würde ich mich lieber durch eine Gondelfahrt erfrischen.

Simpl. Ich denke, Ihr werdet von ihm Dinge anderen Schlages zu hören bekommen; denn er ist ein durch und durch gründlicher Philosoph, besitzt auch ein bedeutendes mathematisches Wissen und hat den Tycho in Sachen der Kometen und der neuen Sterne widerlegt.[136])

Salv. Ist er etwa identisch mit dem Verfasser des Antitycho?

Simpl. Derselbe. Die Widerlegung betreffs der neuen Sterne befindet sich aber in dem Antitycho nur insoweit, als der Verfasser dort nachweist, dafs diese der Unveränderlichkeit und Unerzeugbarkeit des Himmels keinen Eintrag thun, wie ich Euch schon mitteilte. Nach Abfassung des Antitycho aber hat er mittels der Parallaxen eine Methode ausfindig gemacht, um nachzuweisen, dafs auch sie elementare Gebilde sind, welche innerhalb der Mondsphäre ihren Sitz haben. Er hat diese Methode in einem neuen Buche, *De tribus novis stellis etc.*, veröffentlicht und darin auch die Argumente gegen den Kopernikus vorgebracht. Ich habe Euch neulich angeführt, was er über diese

neuen Sterne im Antitycho geschrieben hat; dort stellte er nicht in Abrede, dafs sie am Firmamente standen, führte aber den Nachweis, dafs ihr Erscheinen die Unveränderlichkeit des Himmels nicht verändere, und zwar blofs auf dem Wege philosophischer Erörterung in der von mir angegebenen Weise. Ich vergafs Euch zu sagen, dafs er später Mittel und Wege gefunden hat, sie vom Himmel zu verbannen. Da er nämlich bei dieser Widerlegung rechnerische Methoden und Parallaxen benutzt, Dinge, von denen ich wenig oder nichts verstehe, so hatte ich dieselben nicht gelesen und blofs die rein naturphilosophischen Einwände gegen die Erdbewegung studiert.

Salv. Ich begreife sehr wohl und halte es für angemessen, dafs wir nach Anhörung der Einwände gegen Kopernikus wenigstens die Methode anhören oder kennen lernen, durch die er mittels der Parallaxen nachweist, jene neuen Sterne seien elementar, im Gegensatz zu vielen hochangesehenen Astronomen, welche ihnen sämtlich eine sehr hohe Stelle anwiesen und zwar am Fixsternhimmel. Da dieser Schriftsteller ein so kühnes Unternehmen zu Ende führt wie das, die neuen Sterne vom Firmament bis in die elementare Sphäre hinabzuziehen, so ist er wert hoch erhoben und selbst unter die Sterne versetzt zu werden, oder wenigstens verdient sein Name unter diesen rühmlich verewigt zu werden. Erledigen wir deshalb so rasch als möglich jenen ersten Teil, worin er die Ansicht des Kopernikus bekämpft. Beginnt damit, seine Einwände vorzutragen.

Simpl. Es wird nicht angehen, sie wortgetreu vorzulesen, denn sie sind sehr weitläufig. Indessen habe ich, wie Ihr seht, bei dem wiederholten aufmerksamen Studium derselben am Rande die Stellen bezeichnet, welche den Nerv des Beweises enthalten; es wird genügen diese vorzulesen. *Et primo si opinio Copernici recipiatur, criterium naturalis philosophiae ni prorsus tollatur, vehementer saltem labefactari videtur.*[137]) Diesem von allen Philosophenschulen anerkannten Kriterium zufolge sind die Sinne und die Erfahrung unsere Leiter beim Erforschen der Wahrheit. Nach der kopernikanischen Lehre aber täuschen sich die Sinne gewaltig, selbst wenn sie mit voller Deutlichkeit aus unmittelbarer Nähe wahrnehmen, wie in ganz klaren Medien die schwersten Körper lotrecht und gerade sich abwärts bewegen und nicht um Haaresbreite von der geraden Linie abweichen; trotz alledem täuscht sich nach Kopernikus in einem so klaren Falle der Gesichtssinn und jene Bewegung ist keineswegs gerade, sondern aus gerader und kreisförmiger Bewegung zusammengesetzt.

Die kopernikanische Lehre macht das Kriterium der Philosophie zu nichte.

Salv. Dieses ist das erste Argument, welches Aristoteles, Ptolemäus und alle ihre Anhänger vorbringen, welches zur Genüge Beant-

wortung gefunden hat, und dessen Fehlerhaftigkeit oft genug nachgewiesen worden ist. Wie wir klar dargelegt haben, ist die Bewegung, welche uns und anderen Körpern gemeinsam ist, so gut wie nicht vorhanden. Da aber richtige Schlufsfolgerungen sich auf tausenderlei Weisen bestätigen lassen, will ich diesem Philosophen zuliebe noch etwas Weiteres hinzufügen. Übernehmt Ihr, Signore Simplicio, seinen Part und antwortet auf meine Fragen. Sagt mir zunächst, welche Wirkung der Stein bei seinem Falle von der Turmspitze auf Euch ausübt, sodafs Ihr seine Bewegung wahrnehmt; denn wenn durch seinen Fall keine weitere neue Einwirkung auf Euch zu derjenigen hinzuträte, die er schon bei seiner Ruhe auf der Turmspitze ausübte, würdet Ihr sicherlich seinen Fall nicht bemerken und nicht imstande sein zu entscheiden, ob er sich bewegt oder stille steht.

Die gemeinsame Bewegung ist so gut wie nicht vorhanden.

Das von den lotrecht fallenden Körpern hergenommene Argument wird auf andere Weise widerlegt.

Simpl. Ich erkenne seine Abwärtsbewegung durch sein Verhalten zum Turme; denn ich erblicke ihn jetzt neben jener Marke an besagtem Turme, dann neben einer tieferen und so fort, bis ich ihn auf der Erde angelangt finde.

Salv. Wäre also jener Stein aus den Krallen eines fliegenden Adlers einfach durch die unsichtbare Atmosphäre hindurchgefallen, ohne dafs Ihr sonst ein sichtbares, feststehendes Objekt hättet, um mit ihm den Stein zu vergleichen, so würdet Ihr seine Bewegung nicht wahrnehmen können?

Simpl. Allerdings würde ich sie wahrnehmen. Denn um den Stein zu sehen, wenn er noch ganz oben ist, müfste ich den Kopf heben und ihn allmählich entsprechend dem beständigen Fallen des Steines senken, kurz fortwährend mit dem Kopfe oder den Augen seiner Bewegung folgen.

Wieso man die Bewegung eines fallenden Körpers wahrnimmt.

Salv. Jetzt habt Ihr die richtige Antwort gegeben. Ihr seid also von der Unbewegtheit des Steines überzeugt, sobald Ihr ihn, ohne das Auge zu bewegen, stets vor Euch erblickt; hingegen erkennt Ihr, dafs er sich bewegt, wenn Ihr das Gesichtsorgan, nämlich das Auge, bewegen müfst, um ihn nicht aus dem Gesicht zu verlieren. Sobald Ihr also ohne jede Bewegung des Auges ein Objekt stets in derselben Ansicht vor Euch erblicktet, so würdet Ihr es immer für ruhend halten, nicht wahr?

Die Bewegung des Auges beweist uns die Bewegung des angeschauten Objekts.

Simpl. Ich glaube, dafs das unbedingt der Fall wäre.

Salv. Denkt Euch nun, Ihr wäret in einem Schiffe und hättet das Auge auf die Spitze der Raa gerichtet. Glaubt Ihr nun darum, weil das Schiff sich, wenn auch noch so schnell, bewegt, das Auge bewegen zu müssen, um diese Spitze nicht aus dem Gesichte zu verlieren und ihrer Bewegung zu folgen?

Simpl. Ich bin überzeugt, dafs keinerlei Veränderung nötig wäre; ganz zu geschweigen von der Blickrichtung, selbst wenn ich mit einer Flinte dahin visiert hätte, so brauchte ich sie bei keinerlei Bewegung des Schiffes um Haaresbreite zu verrücken, um sie in ihrer Richtung aufs Ziel zu belassen.

Salv. Und zwar rührt dies daher, dafs das Schiff die Bewegung, welche es der Raa mitteilt, auch Euch und Euerem Auge mitteilt, so dafs Ihr nicht nötig habt, letzteres zu bewegen, um die Spitze im Auge zu behalten; infolge davon erscheint sie Euch unbewegt. *Mit der Richtung der Gesichtslinie vom Auge zur Raa verhält es sich ebenso, wie wenn zwei Punkte des Schiffes durch ein Tau verbunden wären. Nun sind aber eine Menge von Tauen an verschiedenen Punkten befestigt und bewahren ihre Lage, mag das Schiff sich fortbewegen oder stille stehen.* Macht nun von dieser Überlegung die Nutzanwendung auf die Rotation der Erde und den Stein auf der Turmspitze. Bei ihm vermögt Ihr darum nicht die Bewegung wahrzunehmen, weil ebenso wohl Ihr wie der Stein die Bewegungsart, die nötig ist um ihn zu verfolgen, gemeinsam von der Erde empfangen habt und weil Ihr demnach das Auge nicht zu bewegen braucht. Kommt dann aber die Bewegung nach unten noch hinzu, welche ihm allein, nicht aber Euch angehört und die mit der kreisförmigen sich zusammensetzt, so ist die kreisförmige nach wie vor für Euch nicht zu bemerken, weil sie Euch und ihm gemeinsam ist, und blofs die geradlinige kommt zur Wahrnehmung; denn um sie zu verfolgen, müfst Ihr das Auge abwärts bewegen. Um Euerem Philosophen seinen Irrtum zu benehmen, möchte ich ihm anraten, folgende Beobachtung anzustellen. Er mag auf ein Schiff gehen, dort ein recht tiefes, mit Wasser gefülltes Gefäfs sich geben lassen, ferner sich eine Kugel aus Wachs oder einem anderen Stoffe verschaffen, der sehr langsam zu Boden sinkt, sodafs er in einer Minute kaum eine Elle fällt. Er lasse sodann das Schiff so schnell als möglich vorwärts schaffen, sodafs es in einer Minute mehr als hundert Ellen zurücklegt, tauche nun sachte genannte Kugel in das Wasser und beobachte sorgfältig ihre Bewegung. Er wird dann erstlich bemerken, dafs sie genau nach demselben Punkte des Bodens sich hinbewegt, wie wenn das Schiff stille stünde, sodann aber würde für sein Auge und in Bezug auf das Gefäfs eine solche Bewegung völlig lotrecht und gerade erscheinen. Und doch kann man nicht läugnen, dafs sie zusammengesetzt ist aus der geradlinigen Bewegung nach unten und der kreisförmigen um das Element des Wassers. Geschehen nun solche Dinge schon bei nicht natürlichen Bewegungen und bei Materien, bei welchen wir Versuche erst im Zustande der Ruhe und

Versuch, der beweist, dafs die gemeinsame Bewegung nicht wahrnehmbar ist

dann in dem der Bewegung anstellen können, und bemerkt man gleichwohl hinsichtlich des Scheines keinerlei Verschiedenheit, sodafs die Sinne sich trügerisch zeigen, wie wollen wir da bei der Erde einen Unterschied finden können, welche seit jeher, was Ruhe und Bewegung betrifft, in derselben Verfassung geblieben ist? Zu welcher Zeit sollten wir denn ausprobieren, ob irgendwelcher Unterschied zwischen den Bewegungen auf der ruhenden und denen auf bewegter Erde stattfindet, wo sie doch immer und ewig blofs in einem dieser Zustände beharrt?

Sagr. Diese Untersuchungen haben meinen Appetit wieder einigermafsen rege gemacht, der mir über jenen Fischen und Schnecken teilweise vergangen war. Der ersterwähnte Punkt bringt mich auf die Berichtigung einer irrigen Ansicht, die so viel Verführerisches für sich hat, dafs wahrscheinlich nicht einer von Tausenden sie für zweifelhaft hielte. Die Sache war die. Als ich zur See nach Syrien ging, hatte ich ein sehr gutes Teleskop bei mir, ein Geschenk unseres gemeinsamen Freundes, der es wenige Tage zuvor ersonnen hatte.[158]) Ich sprach mit den Seeleuten davon, ein wie grofser Nutzen für die Schiffahrt erwachsen könnte, wenn man das Fernrohr auf dem Mastkorb des Schiffes verwendete, um Fahrzeuge von weitem zu entdecken und zu erkennen. Die Nützlichkeit wurde zugegeben, aber dem gegenüber auf die Schwierigkeit hingewiesen, es bei dem beständigen Schwanken des Schiffes zu gebrauchen und insbesondere auf der Spitze des Mastes, wo die Bewegung so viel gröfser ist; man meinte, es sei besser, wenn man es am Fufse des Mastes verwenden könnte, wo die Bewegung geringer sei als an jeder anderen Stelle des Fahrzeugs. Ich liefs mich zu derselben Ansicht verleiten — ich will meinen Irrtum nicht verhehlen — und erwiderte im Augenblick nichts. Ich weifs nun nicht warum, aber die Sache ging mir im Kopfe herum, ich grübelte nach und entdeckte schliefslich, dafs ich in meiner, wenn auch verzeihlichen, Einfalt als richtig zugegeben hatte, was grundfalsch ist. Es ist nämlich falsch, dafs die sehr grofse Schwankung des Mastkorbs gegenüber der kleinen am Fufse des Mastes das Auffinden des Objekts mittels des Fernrohres erschwere.

Subtile Erwägung, ob das Fernrohr ebenso leicht auf der Spitze d. Schiffsmastes wie an seinem Fufse Verwendung finden kann.

Salv. Ich wäre der nämlichen Ansicht gewesen wie die Seeleute und wie Ihr anfänglich.

Simpl. Auch ich wäre dieser Ansicht gewesen und bin es noch; und ich glaube, wenn ich hundert Jahre darüber nachdächte, würde ich mich zu keiner anderen bekehren.

Sagr. Ich werde diesmal also Euch beiden gegenüber den Lehrmeister spielen können, wie man zu sagen pflegt. Da nun das kate-

chetische Verfahren, wie mir scheint, sehr dazu beiträgt Klarheit über die Dinge zu schaffen, abgesehen von dem Vergnügen, das es macht den Partner zu überraschen und ihm das auf die Zunge zu legen, was er unbewufst wufste, so will ich mich dieses Kunstgriffs bedienen. Erstlich nehme ich an, dafs die Schiffe, Kaper oder was sonst für Fahrzeuge, welche man zu entdecken und zu erkennen sucht, recht weit entfernt sind d. h. 4, 6, 10 oder 20 Miglien weit, denn um nähere zu erkennen bedarf es keines Glases. Das Fernrohr vermag daher bequem in einer solchen Entfernung von vier bis sechs Miglien das ganze Fahrzeug und selbst einen noch weit gröfseren Gegenstand zu erblicken. Ich frage nun, von welcher Art und wievielfältig sind die verschiedenen Bewegungen, welche der Mastkorb infolge des Schwankens des Schiffes macht?

Verschiedene von dem Schwanken des Schiffes herrührende Bewegungen.

Salv. Nehmen wir an, das Schiff fahre nach Osten. Zunächst würde dann bei völlig ruhigem Meere keine andere Bewegung als diese fortschreitende stattfinden. Kommt nun aber das Wogen der Wellen hinzu, so wird eine weitere Bewegung dadurch entstehen, dafs der hintere und vordere Teil des Schiffes sich abwechselnd hebt und senkt, wodurch der Mastkorb sich vor- und rückwärts neigt. Andere Wellen, die das Schiff von der Seite her treffen, beugen den Mast nach rechts und links; wieder andere können dem Schiffe eine beträchtliche Drehung erteilen und etwa seinen Besanmast von dem genauen östlichen Kurs abbringen, bald nach Nordost, bald nach Südost; andere heben den Kiel in die Höhe und bewirken so eine Hebung und Senkung des ganzen Schiffes, ohne seine Richtung zu beeinflussen. Alles

Zwei Arten der Lagenänderung des Fernrohrs werden durch das Schwanken des Schiffs bewirkt.

in allem scheint es mir zwei der Art nach verschiedene Bewegungen zu geben, eine, welche die Lage des Fernrohres hinsichtlich des Richtungswinkels und eine, welche sie, wie wir sagen können, linear verändert, ohne den Richtungswinkel zu ändern, so dafs also das Rohr des Instrumentes stets sich selber parallel bleibt.

Sagr. Sagt mir demnächst: wenn wir zuerst das Fernrohr dort auf den Turm von Burano[134]) richten, der sechs Miglien von hier entfernt ist, und verändern sodann den Richtungswinkel nach rechts oder links, nach oben oder unten, nur um soviel wie das Schwarze am Nagel, welche Wirkung würde das bezüglich der Sichtbarkeit des Turmes haben?

Salv. Es würde dadurch der Turm sofort aus dem Gesichtsfelde verschwinden; denn eine Abweichung von diesem Betrage kann, so klein sie hier an Ort und Stelle ist, in solcher Entfernung Hunderte und Tausende von Ellen ausmachen.

Sagr. Wenn wir aber ohne Winkeländerung das Rohr sich selber

parallel um 10 oder 12 Ellen fortrückten, nach rechts oder links, nach oben oder unten, welche Wirkung würde das hinsichtlich des Turmes haben?

Salv. Eine ganz und gar verschwindende; denn da die Strecken hier und dort zwischen parallelen Strahlen enthalten sind, so müssen die Veränderungen hier gleich denen dort sein. Da nun das Gesichtsfeld des Instrumentes vielmals größer ist als jener Turm, so würden wir ihn keineswegs aus den Augen verlieren.

Sagr. Um jetzt auf unser Schiff zurückzukommen, so können wir unbedenklich behaupten, daſs die Bewegung des Fernrohrs nach rechts und links, nach oben und unten, oder auch vorwärts und rückwärts in einem Betrag von 20 bis 25 Ellen, wenn es dabei sich selber parallel bleibt, die Gesichtslinie von dem fixierten Punkte des Objektes um nicht mehr als um eben diese 25 Ellen ablenken kann. Da nun bei einer Entfernung von 8 bis 10 Miglien das Gesichtsfeld des Instrumentes über eine viel gröſsere Fläche sich erstreckt als über die des Kapers oder was sonst für ein Boot in Sicht kommt, so kann eine so geringe Änderung mich dasselbe nicht aus dem Auge verlieren lassen. Das Hinderliche, die Ursache dafür, daſs man das Objekt verliert, kann also nur von den Veränderungen des Richtungswinkels herrühren; denn durch das Schwanken des Schiffes kann keine Verschiebung des Fernrohrs um eine sehr bedeutende Anzahl von Ellen nach oben, unten, rechts oder links hervorgerufen werden. Setzt nun den Fall, Ihr hättet zwei Fernrohre, eines am unteren Teile des Schiffsmastes, das andere auf der Spitze des Mastes oder sogar oben an der höchsten Stenge, wenn man dieselbe senkrecht in die Höhe richtet. Beide mögen auf ein 10 Miglien weit entferntes Fahrzeug gerichtet sein. Sagt mir nun, ob Ihr glaubt, daſs bei irgendwelcher Schwankung des Schiffes und Neigung des Mastes eine gröſsere Änderung hinsichtlich des Richtungswinkels bei dem in höchster Höhe aufgestellten Rohre stattfindet, als bei dem unteren. Wenn eine Welle den vorderen Teil des Schiffes hebt, wird sie allerdings die Spitze der Raa 30 bis 40 Ellen weiter nach hinten werfen als den Fuſs des Mastes, sodaſs das obere Rohr um eine gleiche Strecke rückwärts geführt wird, während das untere sich vielleicht nur eine Spanne weit bewegt; die Änderung des Richtungswinkels aber ist bei dem einen Instrumente so groſs als bei dem anderen. Desgleichen verschiebt eine von der Seite kommende Welle das obere Fernrohr vielleicht hundertmal weiter nach rechts oder links als das untere, die Winkel aber ändern sich entweder gar nicht oder um gleiche Beträge. Die Verschiebung nach rechts und links, nach oben und unten, nach vorn und hinten, hat aber keinen

merklichen Einfluſs auf die Sichtbarkeit entfernter Objekte, die Änderung des Winkels hingegen den allergröſsten. Man muſs also notwendig einräumen, daſs der Gebrauch des Fernrohrs auf der Spitze des Mastes keine gröſseren Schwierigkeiten bereitet als am Fuſse desselben, da nämlich an beiden Stellen die Richtungsänderungen gleich sind.

Salv. Wie behutsam man doch sein muſs, ehe man eine Behauptung zugiebt oder in Abrede stellt! Ich wiederhole, wenn man so kühnlich aussprechen hört, daſs wegen der stärkeren Bewegung der Mastspitze im Vergleich zu dem Mastfuſse die Anwendung des Fernrohrs oben weit schwieriger sei als unten, jedermann von der Richtigkeit dieser Behauptung überzeugt sein wird. So kann ich denn auch wohl jene Gelehrten entschuldigen, die sich verzweifelte, und doch vergebliche, Mühe geben, um die Ansicht derer zu bekämpfen, welche die scheinbar so deutliche, gerade nach unten gerichtete Bewegung der Kanonenkugel nicht zugeben, sondern meinen, sie bewege sich in einem, noch obendrein stark geneigten, sehr schrägen Bogen. Doch lassen wir sie sich weiter quälen und hören wir die anderen Einwände, welche in der vorliegenden Schrift gegen Kopernikus erhoben werden.

Jährliche Bewegung der Erde muſste einen beständigen sehr lebhaften Wind verursachen.

Simpl. Der Verfasser fährt noch immer fort zu zeigen, wie nach der Lehre des Kopernikus die Sinne und die lebhaftesten Sinneswahrnehmungen in Abrede gestellt werden: während wir z. B. das Wehen des leisesten Luftzuges verspüren, merken wir nichts von dem Ungestüm des unaufhörlichen Windes, der mit einer Geschwindigkeit von 2529 Miglien in der Stunde uns trifft. So groſs nämlich ist die Strecke, welche der Erdmittelpunkt bei der jährlichen Bewegung während einer Stunde in seiner Bahn zurücklegt, wie der Verfasser sorgfältig berechnet; und weil, wie er meint, auch nach der Ansicht des Kopernikus *cum Terra movetur circumposita aër, motus tamen eius velocior licet ac rapidior celerrimo quocumque vento a nobis non sentiretur, sed summa tum tranquillitas reputaretur, nisi alius motus accederet. Quid est vero decipi sensus, nisi haec esset deceptio?*[140]

Salv. Der Verfasser muſs der Ansicht sein, daſs jene Erde, welche Kopernikus samt der umgebenden Luft sich im Kreise bewegen läſst, nicht dieselbe Erde sei, auf welcher wir wohnen, sondern eine andere davon verschiedene. Denn unsere Erde trägt auch uns mit fort und zwar mit der nämlichen Geschwindigkeit, welche sie selber und welche die angrenzende Atmosphäre hat. Wie können wir einen Stoſs fühlen, während wir ebenso rasch dahin eilen wie derjenige, welcher den Stoſs auf uns führt? Dieser Herr hat vergessen, daſs auch wir, ebenso wie Erde und Luft, im Kreise fortgeführt werden, also immer

Wenn wir gleich mit denselben Teile der Atmo

mit demselben Teile der Atmosphäre in Berührung bleiben, folglich keinen Stofs von ihr empfangen können.

sphäre in Berührung bleiben, fühlen wir keinen Stofs

Simpl. Doch nicht! Hört, wie die unmittelbar folgenden Worte lauten: *Praeterea nos quoque rotamur ex circumductione Terrae etc.*[141])

Salv. Jetzt weifs ich ihm nicht mehr zu helfen und ihn zu entschuldigen; entschuldigt Ihr ihn, helft ihm, Signore Simplicio.

Simpl. Im Augenblick, so ohne Vorbereitung, fällt mir keine befriedigende Verteidigung ein.

Salv. Na, so werdet Ihr heute Nacht darüber nachdenken und ihn dann morgen verteidigen; inzwischen hören wir seine anderen Gegengründe.

Simpl. Denselben Einwand führt er noch weiter aus, indem er zeigt, dafs man nach Kopernikus die eigenen Sinneswahrnehmungen in Abrede stellen müsse. Denn jenes Princip, infolge dessen wir uns samt der Erde herumdrehen, sei entweder für uns ein inneres, oder ein uns fremdes, d. h. ein gewaltsames Fortreifsen von seiten der Erde. In diesem zweiten Fall würde der Tastsinn das unmittelbar mit ihm verbundene Objekt und seinen Eindruck auf das Sinnesorgan nicht wahrnehmen. Wenn aber das Princip ein inneres ist, so würden wir eine Ortsveränderung nicht wahrnehmen, welche von uns selbst ausgeht und würden einen unabänderlich in uns vorhandenen Hang gar nicht bemerken.

Vom Standpunkte des Kopernikus muss man die Sinneswahrnehmungen in Abrede stellen.

Salv. Der Einwand des Verfassers geht also darauf hinaus, dafs wir jedenfalls das Princip, vermöge dessen wir uns mit der Erde bewegen, wahrnehmen müfsten, sei es nun ein äufseres oder ein inneres. Da wir es aber nicht bemerken, ist es weder das eine noch das andere, also bewegen wir uns nicht und also bewegt sich auch die Erde nicht. Ich behaupte nun, dafs sowohl das eine als das andere der Fall sein kann, ohne dafs wir etwas davon bemerken. Dafs es ein äufseres Princip sein kann, daran wird jeder Zweifel durch den Versuch mit dem Schiffe mehr als zur Genüge beseitigt; ich sage mehr als zur Genüge, denn da wir das Schiff jederzeit sich bewegen und wieder stillestehen lassen können und mit grofser Genauigkeit Beobachtungen anzustellen imstande sind, ob wir mittels einer etwaigen Verschiedenheit der Tastempfindung die Bewegung von der Ruhe unterscheiden können, und da wir gleichwohl sehen, dafs wir ein solches Vermögen nicht besitzen: was Wunders, wenn wir uns bei der Erde in der nämlichen Ungewifsheit befinden, bei der Erde, die uns möglicherweise beständig mit sich geführt hat, ohne dafs wir jemals die Erscheinungen im Falle ihrer Ruhe hätten kennen lernen können? Ihr, Signore Simplicio, seid doch, soviel ich weifs, tausendmal zu Schiffe nach

Diese Bewegung kann von innen oder aufsen herrühren, ohne von uns wahrgenommen oder gefühlt zu werden

Die Bewegung des Schiffes nicht wahrnehmbar

durch den Tastsinn für die darin Befindlichen.

Padua gereist; wenn Ihr aber aufrichtig gestehen wollt, habt Ihr niemals Euere Beteiligung an dieser Bewegung gespürt, es sei denn, die Barke sei aufgelaufen oder auf ein Hindernis gestofsen und sei dadurch zum Stillestehen gebracht worden, sodafs Ihr und die anderen Passagiere plötzlich überrascht wurdet und in ein gefährliches Taumeln gerietet. Der Erdball müfste auf irgend ein Hindernis stofsen, das ihn hemmte; dann, versichere ich Euch, würdet Ihr den Euch innewohnenden Antrieb der Bewegung schon merken, wenn Ihr durch denselben zu den Sternen fortgeschleudert würdet: durch andere Sinneswahrnehmungen freilich, aber nur in Verbindung mit vernünftigen Erwägungen, könnt Ihr die Bewegung der Barke bemerken, mittels des Gesichtssinnes nämlich, wenn Ihr die Bäume und die Bauten betrachtet, welche am Lande stehen und welche, weil ohne Verbindung mit der Barke, sich in entgegengesetzter Richtung zu bewegen scheinen. Wenn Ihr durch eine derartige Beobachtung Euch von der Bewegung der Erde überzeugen wolltet, so würde ich Euch anraten, die Sterne zu betrachten, welche aus eben diesem Grunde sich in entgegengesetzter Richtung zu bewegen scheinen. — Wenn man sich aber wundert, dafs man genanntes Princip nicht wahrnehme für den Fall, dafs es ein inneres sei, so ist das noch weniger vernünftig. Denn da wir ein solches nicht einmal bemerken, wenn es von aufsen auf uns wirkt und häufig zu wirken aufhört, aus welchem Grunde sollten wir es bemerken, wenn es unabänderlich und beständig in uns seinen Sitz hat? Findet sich sonst noch eine Bemerkung über dieses Argument vor?

Die Bewegung der Barke mittels des Gesichtssinnes und unter Zuhilfenahme vernünftiger Erwägungen wahrnehmbar.

Erdbewegung an den Sternen wahrnehmbar

Simpl. Noch ein schönes Ausrufesätzchen. *Ex hac itaque opinione necesse est diffidere nostris sensibus, ut penitus fallacibus vel stupidis in sensibilibus, etiam coniunctissimis, diiudicandis; quam ergo veritatem sperare possumus a facultate adeo fallaci ortum trahentem?*[112])

Salv. Da möchte ich doch nützlichere und zweifellosere Lehren daraus ziehen, nämlich vorsichtiger und weniger vertrauensselig dem gegenüber zu sein, was bei oberflächlicher Betrachtung die Sinne uns vorspiegeln, die uns gar leicht täuschen können. Es thut mir leid, dafs der Verfasser sich so abquält, uns sinnlich begreiflich zu machen, jene Bewegung der fallenden schweren Körper sei einfach geradlinig und nichts anderes, dafs er zornig wird und sich in Ausrufen ergeht, weil eine so klare, handgreifliche, offen daliegende Sache in Zweifel gezogen werde. Denn dadurch hat es den Anschein, als glaube er, dafs die Leute, welche die Geradlinigkeit in Abrede stellen und eher die Kreisform für die wahre halten, auch sinnlich eine Bewegung des Steines im Bogen zu erblicken glaubten. Es hat diesen Anschein: denn er fordert mehr ihre Sinne als ihre Vernunft auf, über die frag-

liche Erscheinung sich Klarheit zu verschaffen. Das ist aber nicht der Fall, Signore Simplicio; ich, der ich für keine dieser Ansichten Partei ergriffen habe und mich bei unseren Vorstellungen gleich einem Schauspieler, nur als Kopernikaner maskiere, habe niemals gesehen und niemals zu sehen geglaubt, dafs der Stein anders als lotrecht fällt, und ebenso ist es mit den Gesichtswahrnehmungen aller Anderen bestellt, glaube ich. Es ist also geratener vom Scheine abzusehen, über den wir alle einig sind, und durch Vernunftgründe uns zur Erkenntnis durchzuringen, ob der Schein der Wirklichkeit entspricht oder trügerisch ist.

Sagr. Wenn ich einmal mit diesem Philosophen zusammentreffen könnte, der mir immerhin weit über vielen anderen Anhängern derselben Meinungen zu stehen scheint, so würde ich ihm zum Zeichen meiner Verehrung eine Thatsache ins Gedächtnis rufen, die er sicherlich schon tausendmal gesehen hat. Diese schliefst sich hier passend an, da sich aus ihr entnehmen läfst, wie leicht man durch den blofsen Schein oder, wie wir sagen wollen, durch die Vorspiegelungen der Sinne getäuscht werden kann. Ich meine die Thatsache, dafs, wenn man nachts durch eine Strafse geht, man von dem Monde in gleichem Schritte begleitet zu werden glaubt; man sieht ihn sich entlang den Dachtraufen bewegen, ganz in der Weise, wie es eine Katze thun würde, die wirklich stets hinter einem her über die Dächer liefe: ein Schein, der ohne Dazwischenkunft des Verstandes nur allzu sicher den Gesichtssinn betrügen würde.

Simpl. Es fehlt in der That nicht an Beobachtungen, die uns das Trügerische der blofsen Sinneswahrnehmungen beweisen. Darum wollen wir einstweilen auf das Zeugnis der Sinne Verzicht leisten und die folgenden Argumente hören, welche, wie der Verfasser sagt, *ex rerum natura* entnommen sind. Das erste besteht darin, dafs der Erde unmöglich gleichzeitig drei durchaus verschiedene Bewegungen sich beilegen lassen, wenn man nicht gegen viele handgreifliche Axiome verstofsen will. Das erste dieser Axiome ist, dafs jede Wirkung von irgendwelcher Ursache bedingt wird; das zweite, dafs nichts sich selbst erzeugt, dafs demnach unmöglich das Bewegende und das Bewegte völlig identisch sein können. Und zwar ist dieses nicht nur im Falle eines äufseren bewegenden Princips richtig, sondern aus den angegebenen Grundsätzen folgt auch das Nämliche im Falle eines inneren bewegenden Princips; denn andernfalls würde, da das Bewegende als Bewegendes Ursache ist und das Bewegte als Bewegtes Wirkung, ein und dasselbe zugleich Ursache und Wirkung sein. Es bewegt also niemals ein Körper als Ganzes sich selbst d. h. so, dafs er ganz Be-

Argumente gegen die Erdbewegung *ex rerum natura*.

Drei Axiome, die als offenbar richtig vorausgesetzt werden.

wegendes und zugleich ganz Bewegtes wäre. Vielmehr mufs man bei einem in Bewegung befindlichen Körper irgendwie das Princip unterscheiden, welches die Bewegung hervorbringt, und dasjenige, das diese Bewegung ausführt. Das dritte Axiom ist, dafs bei allem Sinnlich-Wahrnehmbarem, eines, insofern es eines ist, auch nur eine Wirkung hervorbringt. Die Seele z. B. im lebenden Wesen bewirkt freilich sehr verschiedene Thätigkeiten, aber mittels verschiedener Werkzeuge, so das Sehen, das Hören, das Riechen, die Fortpflanzung. Wenn nun diese Axiome gleichzeitig in Betracht gezogen werden, so wird es völlig einleuchtend sein, dafs ein einfacher Körper wie die Erde nicht von Natur drei völlig verschiedene Bewegungen ausführen kann; denn nach den zu Grunde gelegten Annahmen kann sie nicht als Ganzes sich selber als Ganzes in Bewegung setzen. Man mufs also bei ihr drei Principien für jede der drei Bewegungen unterscheiden, sonst würde ein und dasselbe Principe mehrere Bewegungen verursachen. Wenn in ihr aber, abgesehen von dem bewegten Teile, aufserdem noch drei Principien für natürliche Bewegungen existieren, so ist sie kein einfacher Körper, sondern zusammengesetzt aus drei bewegenden Principien und einem bewegten Teile. Ist also die Erde ein einfacher Körper, so wird sie nicht drei verschiedene Bewegungen ausführen können; sie wird vielmehr überhaupt keine einzige der von Kopernikus ihr beigelegten Bewegungen auszuführen vermögen, da sie nur einer einzigen Bewegung fähig sein kann und da aus den von Aristoteles angeführten Gründen dieses die Bewegung nach dem Mittelpunkte sein mufs, wie die Teile der Erde beweisen, welche rechtwinklig zu der sphärischen Oberfläche sich nach unten bewegen.

Ein einfacher Körper, wie es die Erde ist, kann nicht drei verschiedene Bewegungen ausführen.

Die Erde kann keine der ihr von Kopernikus beigelegten Bewegungen ausführen.

Salv. Der Aufbau dieses Beweises gäbe zu manchen Bemerkungen und Erwägungen Anlafs. Da wir ihn aber mit wenigen Worten widerlegen können, so will ich mich einstweilen nicht ohne Not weitläufig darüber ergehen, um so weniger als die Entgegnung von dem Verfasser selbst mir an die Hand gegeben wird, indem er sagt, bei lebenden Wesen bewirke ein und dasselbe Princip verschiedene Thätigkeiten. Daher entgegne ich ihm einstweilen in ähnlicher Weise, dafs auch bei der Erde ein einziges Princip die verschiedenen Bewegungen bedingt.

Entgegnungen auf die gegen die Erdbewegung gerichteten Argumente ex rerum natura.

Simpl. Bei dieser Antwort wird sich der Urheber des Einwandes keineswegs beruhigen. Sie findet vielmehr eine niederschmetternde Widerlegung in dem, was unmittelbar nachher zur Verstärkung des unternommenen Angriffs hinzugefügt wird, wie Ihr gleich hören werdet. Er erhöht die Beweiskraft seines Argumentes nämlich mittels des ferneren Axioms, dafs die Natur am Notwendigen weder spart

Viertes Axiom gegen die Erdbewegung.

noch verschwendet. Denen, die sich mit naturwissenschaftlichen Beobachtungen, namentlich der Tiere, beschäftigen, ist diese Thatsache evident. Um die Tiere nämlich zu mannigfaltigen Bewegungen fähig zu machen, hat die Natur bei ihnen eine Menge von Biegungen angebracht und hat an diesen Stellen geschickt die Bewegungsorgane verbunden, wie an den Knieen und den Hüften, um das Niederlegen der Tiere nach deren Belieben zu ermöglichen. Ebenso hat sie beim Menschen viele Biegungen und Gelenke am Ellbogen und an der Hand angefertigt, die ihn zu vielen Bewegungen befähigen. Daraus erwächst nun das Argument gegen die dreifache Bewegung der Erde. Entweder kann ein einziger, gleichartiger Körper, ohne irgendwie Gelenke zu besitzen, verschiedene Bewegungen ausführen oder er bedarf dazu der Gelenke. Wenn es ohne Gelenke möglich ist, so hat demnach die Natur die Gelenke der Tiere unnötigerweise geschaffen, was dem Axiom widerspricht; sind aber die Gelenke notwendig, so kann die Erde, ein einheitlicher, gleichartiger, gelenkloser Körper nicht von Natur aus mehrere Bewegungen ausführen. Ihr seht also, wie scharfsinnig der Verfasser Euerem Einwurf begegnet, als wenn er ihn voraus gesehen hätte.

Gelenke bei den Tieren notwendig, um deren verschiedene Bewegungen hervorzubringen.

Anderes Argument gegen die dreifache Erdbewegung.

Salv. Meint Ihr das ernstlich, oder ist das Ironie?

Simpl. Ich spreche im vollsten Ernste.

Salv. Dann müfst Ihr Euch auch imstande fühlen, Eueren Philosophen gegen einen oder den anderen Einwand zu verteidigen, den man ihm macht. Antwortet Ihr mir daher, ich bitte Euch, ihm zu liebe, da er selber nicht zugegen sein kann. Ihr gebt also erstlich als richtig zu, dafs die Natur den Körper der Tiere gegliedert machte, ihm Biegungen und Gelenke verliehen habe, um sie zu vielen verschiedenartigen Bewegungen zu befähigen. Ich stelle diese Behauptung in Abrede und sage, dafs die Gelenke dazu dienen, um einen oder mehrere Teile bewegungsfähig zu machen, während gleichzeitig der übrige Körper in Ruhe bleibt; ich behaupte ferner, was die Art und Mannigfaltigkeit der Bewegungen betrifft, dafs sie sämtlich gleichartig sind, nämlich kreisförmig. Aus diesem Grunde bemerkt Ihr auch, dafs die Enden aller beweglichen Knochen gewölbt oder ausgehöhlt sind. Von diesen sind wieder einige sphärisch, nämlich diejenigen, welche Bewegungen nach allen Seiten auszuführen haben, wie es z. B. der Arm des Fahnenträgers im Schultergelenk thut, wenn er die Fahne schwenkt, oder der des Falkeniers, wenn er mit dem Federspiel den Falken zurücklockt; dahin gehört ferner das Ellbogengelenk, in welchem der Unterarm sich beim Bohren mit dem Bohrer dreht. Andere sind nur in einer Richtung kreisförmig und fast cylindrisch, sodafs sie

Gelenke der Tiere sind nicht bestimmt, um verschiedene Bewegungen derselben hervorzubringen.

Bewegungen der Tiere sind alle von einer Art.

Die Enden aller beweglichen Knochen sind rund.

nur eine einzige Biegung gestatten, wie die aneinander stofsenden Glieder der Finger u. s. w. Ohne indessen einzelne Beispiele anzuführen, wird diese Erkenntnis durch eine einzige allgemeine Überlegung gewonnen, dafs nämlich ein sich bewegender fester Körper, dessen eines Ende unbewegt bleibt, sich nur kreisförmig bewegen kann. Da nun ein Tier, wenn es eines seiner Glieder bewegt, es von den anstofsenden nicht trennt, so ist eine solche Bewegung notwendig kreisförmig.

Nachweis, dafs notwendig die Enden der Knochen rund und die Bewegungen des Tieres alle kreisförmig sein müssen.

Simpl. Ich meine es nicht in diesem Sinne, vielmehr sehe ich das Tier hunderterlei nicht kreisförmige, gänzlich von einander verschiedene Bewegungen ausführen; ich sehe es laufen, tanzen, springen, klettern, schwimmen u. s. w.

Salv. Ganz richtig. Allein es sind dies sekundäre Bewegungen, welche durch die primären der Gelenke bedingt werden. Durch die Biegung der Beine in den Knieen und der Schenkel an den Hüften, welches kreisförmige Bewegungen der Teile sind, kommt das Springen oder das Laufen zustande, welches Bewegungen des ganzen Körpers sind; diese brauchen dann nicht kreisförmig zu sein. Weil nun beim Erdball nicht ein Teil an einem anderen unbeweglichen sich hinzubewegen hat, sondern die Bewegung sich auf den Körper im Ganzen erstreckt, bedarf es keiner Gelenke.

Sekundäre Bewegungen des Tieres werden durch die primären bedingt.

Für die Bewegung der Erde bedarf es keiner Gelenke.

Simpl. Das wäre möglich — ich spreche im Sinne meiner Rolle — wenn es sich nur um eine Bewegung handelte, es handelt sich aber um drei ganz von einander verschiedene und diese sind unverträglich mit einem Körper, der der Gelenke ermangelt.

Salv. Das würde allerdings, wie ich glaube, die Antwort unseres Philosophen sein. Dagegen nun erhebe ich von anderer Seite her einen Einwand. Ich frage Euch, ob Ihr meint, dafs mit Hilfe von Gelenken der Erdball in den Stand gesetzt werden könnte, drei verschiedenartige Kreisbewegungen auszuführen. Ihr antwortet nicht? Da Ihr schweigt, will ich für den Philosophen antworten; er würde unbedingt die Frage bejahen.[143]) Sonst nämlich wäre die Überlegung überflüssig und nicht zur Sache gehörig gewesen, dafs die Natur die Gelenke verwendet, um einem beweglichen Körper verschiedene Bewegungen zu ermöglichen, und dafs dem Erdball aus dem Grunde, weil er keine Gelenke besitzt, die drei ihm zugeschriebenen Bewegungen nicht zukommen können. Hätte er geglaubt, dafs die Erde auch mit Hilfe von Gelenken nicht zu solchen Bewegungen fähig gemacht werden könnte, so hätte er gerade herausgesagt, der Erdball könne keine drei verschiedene Bewegungen ausführen. Dies festgestellt, bitte ich Euch, und statt Euerer, wenn es möglich wäre, den gelehrten Ver-

Man wünscht zu wissen,

fasser des Beweises, die Güte zu haben mich zu belehren, wie man die Gelenke und Glieder einzurichten hätte, damit die drei Bewegungen bequem ausführbar seien. Ich gebe Euch Zeit zur Antwort, vier Monate, ein halbes Jahr, wenn Ihr wollt. Inzwischen glaube ich, dafs ein einziges Princip am Erdball mehrere Bewegungen hervorbringen kann, ganz in der Weise — ich habe das schon vorher bemerkt — wie ein einziges Princip mittels verschiedener Werkzeuge vielfach verschiedene Bewegungen bei dem Tiere bewirkt. Was die Gliederung betrifft, so ist eine solche unnötig, da die Bewegung sich auf das Ganze und nicht auf einzelne Teile erstrecken soll; und insofern diese Bewegungen kreisförmig sein sollen, ist die einfache Kugelgestalt die schönste Gliederung, die man sich nur wünschen kann.

mittels welcher Gelenke der Erdball die drei verschiedenen Bewegungen würde ausführen können.

Ein einziges Princip kann mehrere Bewegungen hervorrufen.

Simpl. Man dürfte höchstens zugeben, dafs dies bei einer einzigen Bewegung der Fall sein kann, aber bei drei verschiedenen ist es nach meiner und des Autors Ansicht nicht möglich, wie er im folgenden zur Bekräftigung seines Einwandes weiter schreibt. Stellen wir uns mit Kopernikus vor, die Erde bewege sich aus eigener Kraft und infolge eines inneren Princips von West nach Ost in der Ebene der Ekliptik und überdies drehe sie sich gleichfalls infolge eines inneren Princips um ihren eigenen Mittelpunkt von Ost nach West und drittens endlich lenke sie aus eigenem Antrieb von Norden nach Süden ab und umgekehrt. Kann nun unsere Vernunft und Urteilskraft begreifen, wie ein gleichartiger Körper, ohne Angeln und Fugen, von einem und demselben natürlichen und unterschiedslosen Princip, also vermöge eines und desselben Triebes, gleichzeitig zu verschiedenen und fast entgegengesetzten Bewegungen veranlafst werde? Ich kann mir nicht denken, dafs es jemanden giebt, der so etwas behaupten möchte, er habe denn sich vorgesetzt diese Behauptung unter allen Umständen, recht oder schlecht, zu verteidigen.

Anderer Einwand gegen die dreifache Erdbewegung.

Salv. Haltet einen Augenblick ein und sucht mir diese Stelle in dem Buche, zeigt her. *Fingamus modo cum Copernico terram aliqua sua vi et ab indito principio impelli ab occasu ad ortum in ecclipticae plano, tum rursus revolvi ab indito etiam principio circa suimet centrum ab ortu in occasum, tertio deflecti rursus suopte nutu a septentrione in austrum et vicissim.*[144]) Ich vermutete, Signore Simplicio, Ihr hättet Euch bei der Wiedergabe der Worte des Autors geirrt; ich bemerke aber, dafs er leider selbst sich schwer getäuscht hat. Zu meinem Bedauern ersehe ich, dafs er sich unterfangen hat eine Behauptung zu bekämpfen, die er nicht recht verstanden hat; denn das sind die Bewegungen nicht, die Kopernikus der Erde zuschrieb. Woher weifs er, dafs Kopernikus die jährliche Bewegung in der Ekliptik in der

Schwerer Irrtum des Gegners des Kopernikus.

entgegengesetzten Richtung vor sich gehen läfst, wie die um den Mittelpunkt? Er mufs sein Buch nicht gelesen haben, wo an hundert Stellen und zwar schon in den ersten Kapiteln zu lesen ist, dafs die beiden Bewegungen in derselben Richtung erfolgen, nämlich in der Richtung von West nach Ost. Aber ohne das von Anderen sich sagen zu lassen, hätte er nicht selbst einsehen müssen, dafs, wenn man der Erde Bewegungen beilegt, deren eine man der Sonne, die andere dem *primum mobile* entzieht, diese notwendigerweise gleichgerichtet sein müssen?

Spitzfindiger und zugleich einfaltiger Einwand gegen Kopernikus.

Simpl. Solltet in diesem Falle nicht Ihr samt dem Kopernikus Euch im Irrtum befinden? Geht die tägliche Bewegung des *primum mobile* nicht von Osten nach Westen vor sich? Und ist die jährliche Bewegung der Sonne längs der Ekliptik nicht im Gegenteil von West nach Ost gerichtet? Wie kömmt Ihr da diese Bewegungen, wenn auf die Erde übertragen, aus entgegengesetzten zu gleichstimmigen machen wollen?

Sagr. Jedenfalls hat uns Signore Simplicio die Quelle des Irrtums bei jenem Philosophen aufgedeckt; offenbar hat dieser dieselbe Erwägung angestellt.

Der Irrtum des Gegners wird offenbart und es wird erklärt, wieso die jährliche und tägliche Bewegung, wenn sie der Erde zukommen, gleichgerichtet, nicht entgegengesetzt sind.

Salv. Benehmen wir jetzt, wo es möglich ist, wenigstens dem Signore Simplicio seinen Irrtum. Er wird, da er die Sterne beim Aufgang am östlichen Horizont emporsteigen sieht, ohne Schwierigkeit begreifen, dafs, wenn diese Bewegung nicht den Sternen angehört, notwendig der Horizont sich in entgegengesetzter Richtung senken mufs, die Erde demnach sich um sich selber, entgegengesetzt zu der scheinbaren Bewegungsrichtung der Sterne, d. h. von Westen nach Osten drehen mufs, mit anderen Worten in der Folge der Zeichen des Tierkreises. Was sodann die andere Bewegung betrifft, so mufs man, um zu bewirken, dafs die Sonne scheinbar die Reihe der Zeichen des Tierkreises durchläuft, wegen der Stellung der Sonne im Mittelpunkte des Tierkreises und weil die Bewegung der Erde längs der Peripherie dieses Kreises erfolgt, annehmen, dafs die Erde den Tierkreis in derselben Ordnung durchlaufe. Denn die Sonne scheint stets in dem entgegengesetzten Zeichen zu stehen, in welchem sich die Erde befindet: wenn z. B. die Erde das Zeichen des Widders durchläuft, wird die Sonne die Wage zu durchlaufen scheinen; geht die Erde durch das Zeichen des Stiers, so wird die Sonne im Skorpion zu stehen scheinen; befindet sich die Erde in den Zwillingen, so die Sonne im Schützen. Das ist aber eine gleichstimmige Bewegung der beiden Weltkörper, und zwar eine solche in der Folge der Zeichen, ebenso wie die Drehung der Erde um ihren Mittelpunkt.

Simpl. Ich habe sehr wohl verstanden und weifs nicht, was ich zur Entschuldigung eines derartigen Fehlers vorbringen soll.

Salv. Sachte nur, Signore Simplicio! Es liegt noch ein gröfserer vor als dieser. Der Verfasser läfst nämlich die Erde vermöge der täglichen Bewegung um den eigenen Mittelpunkt sich von Osten nach Westen bewegen, begreift also nicht, dafs unter diesen Umständen die 24-stündige Bewegung des Universums scheinbar von West nach Ost gerichtet sein müfste, wovon das gerade Gegenteil richtig ist.

Simpl. O, einen so schlimmen Schnitzer würde sicherlich ich nicht einmal gemacht haben, obgleich ich kaum die ersten Elemente der sphärischen Astronomie studiert habe.[145])

Salv. Bildet Euch nun ein Urteil, in welcher Weise dieser Gegner des Kopernikus dessen Schriften studiert haben mufs, wenn er diese vornehmste und hauptsächlichste Hypothese auf den Kopf stellt, auf welcher sich alles das aufbaut, worin Kopernikus von der Lehre des Aristoteles und des Ptolemäus abweicht. Was sodann die dritte Bewegungsart betrifft, die der Verfasser gleichfalls im Sinne des Kopernikus dem Erdball beilegt, so weifs ich nicht, was er darunter versteht. Es kann sich jedenfalls nicht um die Bewegung handeln, welche Kopernikus gleichzeitig mit den beiden anderen Bewegungen, der jährlichen und täglichen, der Erde zuschreibt, und welche mit einer Abweichung nach Süden und Norden nichts zu thun hat, welche vielmehr nur dazu dient die Axe der täglichen Drehung beständig sich selber parallel zu erhalten. Demnach mufs der Gegner diese entweder wirklich nicht verstanden haben oder sich so stellen, als habe er sie nicht verstanden. Wiewohl nun aber dieses eine schwere Versehen ausreichend wäre, um uns der Verpflichtung zu entheben, weiterhin mit seinen Einwänden uns zu beschäftigen, will ich sie gleichwohl berücksichtigen, da sie in der That sehr viel höher angeschlagen zu werden verdienen als die von tausend anderen nichtigen Gegnern. — Um wieder auf den Einwand zurückzukommen, so behaupte ich, dafs die beiden Bewegungen, nämlich die jährliche und die tägliche, keineswegs entgegengesetzt sind und demnach durch ein und dasselbe Princip hervorgerufen werden können. Die dritte Bewegung ergiebt sich ganz von selbst als notwendige Folge der jährlichen, sodafs man — wie ich seiner Zeit beweisen werde — kein inneres oder äufseres Princip zu Hilfe nehmen mufs, welches die Ursache für sie abgäbe.

Aus einem anderen schweren Irrtum geht hervor, dafs der Gegner Kopernikus wenig studiert hat.

Es ist zu bezweifeln, ob der Gegner die dritte von Kopernikus der Erde beigelegte Bewegung verstanden hat.

Sagr. Auch ich möchte vom Standpunkte des gesunden Menschenverstandes diesem Gegner etwas erwidern. Er will den Kopernikus verdammen, wenn ich ihm nicht aufs säuberlichste alle Zweifel lösen, alle Einwendungen widerlegen kann, die er ihm macht: als wenn aus

meiner Unwissenheit notwendig die Unrichtigkeit seiner Lehre hervorginge. Wenn dieser Titel dem Verfasser ausreichend erscheint, um von Rechts wegen einen Schriftsteller zu verurteilen, so wird er es auch nicht für ungehörig betrachten dürfen, dafs ich den Aristoteles und Ptolemäus mifsbillige, da er ebenso wenig wie ich die nämlichen Bedenken zu beseitigen weifs, die ich gegen deren Lehre äufsere. Er fragt mich, welches die Principien seien, vermöge deren der Erdball seine jährliche Bewegung durch den Tierkreis und seine tägliche um sich selber in äquatorialer Richtung ausführt. Ich entgegne ihm darauf, dafs diese Principien etwas Ähnliches sind, wie die, vermöge deren Saturn sich in 30 Jahren durch den Tierkreis hindurch und in einer viel kürzeren Zeit in äquatorialer Richtung um sich selbst bewegt, wie das Hervortreten und Verschwinden seiner Nachbargestirne beweist.[146]) Es ist etwas Ähnliches, wie wenn man behauptete — und das würde er ohne Bedenken zugeben — dafs die Sonne in einem Jahre die Ekliptik durchläuft und gleichzeitig parallel dem Äquator sich in weniger als einem Monate um sich selber dreht, wie ihre Flecke sinnenfällig darthun. Es ist etwas Ähnliches, wie wenn die Mediceischen Gestirne den Tierkreis in 12 Jahren durchlaufen und sich inzwischen in ganz kleinen Kreisen und binnen kürzester Zeit um den Jupiter bewegen.

Widerlegung eben desselben Einwandes durch ähnliche Beispiele anderer Himmelskörper

Simpl. Der Verfasser wird Euch alles das als optische Täuschungen, verursacht durch die Fernrohrlinsen, in Abrede stellen.

Sagr. Das hiefse denn doch alle Vorteile für sich in Anspruch nehmen, wenn man einerseits behauptet, dafs das unbewaffnete Auge sich in der Beurteilung der geradlinigen Bewegung beim Fall der schweren Körper nicht täuschen kann, und dafs es sich andererseits bei der Wahrnehmung dieser anderen Bewegungen täuscht, wo seine Kraft vermehrt, aufs Dreifsigfache verstärkt ist. Entgegnen wir ihm also, dafs die Erde mehrfache Bewegungen in sich vereint in ähnlicher, vielleicht in derselben Weise, wie der Magnet als schwerer Körper sich abwärts bewegt, aufserdem aber zwei Kreisbewegungen besitzt, eine horizontale und eine vertikale im Meridian.[147]) Doch wozu so viele Worte? Wozwischen, Signore Simplicio, glaubt Ihr, dafs nach der Ansicht des Verfassers eine gröfsere Verschiedenheit obwalte, zwischen der geraden und der kreisförmigen Bewegung, oder zwischen der Bewegung und der Ruhe?

Bewegung ist von Ruhe mehr verschieden als geradlinige Bewegung von kreisförmiger.

Simpl. Jedenfalls zwischen der Bewegung und der Ruhe. Es geht dies klar daraus hervor, dafs die Kreisbewegung nach Aristoteles der geradlinigen nicht entgegengesetzt ist; ja er giebt sogar zu, dafs sie sich mit einander vermischen können, was bei der Bewegung und der Ruhe unmöglich ist.

Sagr. Es ist also eine minder unwahrscheinliche Behauptung, wenn man einem materiellen Körper zwei innere Principien, eines für die geradlinige Bewegung und eines für die kreisförmige beilegt, als wenn man ihm zwei, gleichfalls innere Principien zuschreibt, eines für die Bewegung und eines für die Ruhe.[148]) Nun stimmen betreffs der natürlichen Neigung, welche den Teilen der Erde innewohnt, zu ihrem Ganzen zurückzukehren, nachdem sie gewaltsam davon getrennt worden, beide Lehren überein und sind blofs verschieden rücksichtlich der Bewegung des Ganzen. Denn nach der einen steht dieses vermöge eines inneren Princips stille, während ihm nach der anderen eine kreisförmige Bewegung zugeschrieben wird. Nach Euerem und Eueres Philosophen Zugeständnis aber sind zwei Principien, deren eines die Bewegung und das andere die Ruhe im Gefolge hat, mit einander ebenso unverträglich, wie die Wirkungen dieser Principien mit einander unverträglich sind; wogegen doch bei der geraden und kreisförmigen Bewegung dies nicht der Fall ist, da sie einander nicht widersprechen.

Es ist eher gerechtfertigt, der Erde zwei innere Principien für die geradlinige und für die kreisförmige Bewegung beizulegen, als eines für die Bewegung und eines für die Ruhe.

Salv. Fügt noch hinzu, dafs höchst wahrscheinlich die Bewegung eines von der Erde getrennten Teiles, der sich zu seinem Ganzen wieder zurückbegiebt, ebenfalls kreisförmig ist, wie früher bemerkt wurde, so wird in jeder Hinsicht für den vorliegenden Fall die Beweglichkeit sich annehmbarer erweisen als die Ruhe. Fahrt jetzt fort, Signore Simplicio, mit dem, was weiter in dem Buche steht.

Bewegung der Teile der Erde bei ihrer Rückkehr zum Ganzen ist möglicherweise kreisförmig.

Simpl. Der Verfasser verstärkt noch den Einwand, indem er auf eine andere Absurdität hinweist, dafs nämlich ein und dieselben Bewegungen Dingen von ganz verschiedener Naturbeschaffenheit zukommen. Die Beobachtung lehrt uns aber, dafs das Wirken und die Bewegung von Körpern verschiedenartiger Natur verschieden sind, und die Vernunft bestätigt das. Andernfalls wäre uns jeder Weg abgeschnitten, um die Wesensverschiedenheiten kennen zu lernen und zu unterscheiden, wenn diese nicht durch Bewegungen und Erscheinungen charakterisiert würden, die uns zur Erkenntnis führten.

Verschiedenheit der Bewegungen ermöglicht die Erkenntnis des verschiedenartigen Wesens der Dinge.

Sagr. Es ist mir wiederholt aufgefallen, dafs der Verfasser bei seinen Speculationen, um zu beweisen, dafs eine Sache sich so oder so verhält, die Wendung gebraucht: auf diese Weise pafst sich die Sache unserer Intelligenz an, andernfalls wäre uns der Zugang zu der Erkenntnis dieses oder jenes Umstandes verschlossen, oder das Kriterium der Philosophie würde hinfällig werden: als ob die Natur zuerst das Gehirn der Menschen geschaffen und sodann die Dinge der Fassungsgabe ihres Verstandes entsprechend gebildet hätte.[149]) Ich möchte eher glauben, die Natur habe zuerst die Dinge nach ihrer Weise ge-

Natur schuf die Dinge zuerst nach ihrer Weise und dann erst die menschliche Vernunft mit der Fähigkeit jene zu begreifen

schaffen und dann erst die menschliche Vernunft mit der Fähigkeit ausgestattet, einiges von ihren Geheimnissen, wiewohl mit grofser Mühe, zu begreifen.

Salv. Ich bin derselben Meinung. Sagt uns jedoch, Signore Simplicio: was für Körper von verschiedener Natur sind es denn, welchen Kopernikus, der Erfahrung und Vernunft zuwider, die nämliche Bewegung, das nämliche Wirken zuschreibt?

Simpl. Was für Körper es sind? Wasser und Luft — die doch eine von der Erde verschiedene Natur besitzen — samt allem, was darin ist, jegliches wird die drei Bewegungen besitzen, die Kopernikus dem Erdball andichtet. Der Autor beweist sodann mathematisch, wie nach Kopernikus eine Wolke, welche in der Luft schwebt und lange Zeit, ohne ihren Ort zu verändern, über uns stehen bleibt, notwendig alle drei Bewegungen haben mufs, die der Erdball hat. Hier ist der Beweis, Ihr mögt ihn selber lesen, ich kann ihn nicht auswendig mitteilen.

Kopernikus weist irrtümlich verschiedenartigen Wesen gleiche Wirksamkeit zu.

Salv. Ich will mich nicht dabei aufhalten ihn zu lesen und halte es im Gegenteil für überflüssig, dafs der Verfasser ihn aufgenommen; denn keiner der Anhänger der Lehre von der Erdbewegung wird nach meiner Überzeugung die Thatsache in Abrede stellen. Sprechen wir also, die Richtigkeit des Beweises zugegeben, von dem Einwande als solchem. Ich glaube nicht, dafs sich aus ihm etwas Erkleckliches gegen die Ansicht des Kopernikus schliefsen läfst, insofern denjenigen Bewegungen und Wirkungen, vermöge deren man zur Erkenntnis der Wesensverschiedenheit gelangt, in keiner Weise Abbruch geschieht. Antwortet mir, bitte, Signore Simplicio: können diejenigen Eigenschaften, in welchen gewisse Körper aufs genaueste übereinstimmen, dazu dienen, die verschiedene Beschaffenheit dieser Dinge kennen zu lernen?

Simpl. Nein, im Gegenteil; denn aus der Gleichheit der Wirkungen und Eigenschaften läfst sich nur auf eine Gleichheit des Wesens schliefsen.

Aus gemeinsamen Eigenschaften läfst sich Verschiedenartigkeit des Wesens nicht erschliefsen.

Salv. Daher folgert Ihr die Wesensverschiedenheiten des Wassers, der Erde, der Luft und der anderen Körper, die sich in diesen Elementen aufhalten, nicht aus denjenigen Erscheinungen, in denen alle diese Elemente und was darin ist, übereinstimmen, sondern aus anderen Erscheinungen. Ist es nicht so?

Simpl. Ja, so ist es.

Salv. Wenn man also den Elementen alle die Bewegungen, Wirkungen und sonstigen Eigenschaften beliefse, welche die Verschiedenheit ihres Wesens bedingen, so wären wir darum nicht aufser Stand

gesetzt zur Erkenntnis derselben zu gelangen, wenn man auch diejenige Erscheinung aufhöbe, die ihnen allen gemeinsam zukommt und die demnach nichts beiträgt zur Unterscheidung solcher Körper.

Simpl. Euere Überlegung ist, wie ich glaube, vollständig richtig.

Salv. Ist nun nicht Euere Meinung, sowie die des Verfassers, des Aristoteles, des Ptolemäus und aller ihrer Anhänger, dafs die Erde, das Wasser und die Luft gleicherweise von Natur unbeweglich um den Erdmittelpunkt verharren?

Simpl. Das wird als eine unverbrüchliche Wahrheit angesehen.

Salv. Darum läfst sich aus dieser gemeinsamen natürlichen Eigenschaft, nämlich unbewegt um den Mittelpunkt zu verharren, kein Argument für die Verschiedenheit dieser Elemente und elementaren Körper entnehmen; sondern man mufs eine solche Kenntnis aus anderen nicht gemeinsamen Eigenschaften schöpfen. Nimmt man also den Elementen blofs diese gemeinsame Ruhe und beläfst ihnen all ihre sonstige Wirksamkeit, so ist damit keineswegs der Weg verschlossen, der zur Erkenntnis ihres Wesens führt. Kopernikus nimmt ihnen aber nichts weiter als diese gemeinsame Ruhe und verwandelt sie in eine durchaus gemeinsame Bewegung, während er ihre Schwere oder Leichtigkeit, die langsameren oder schnelleren Bewegungen nach oben und unten, die Dünne und Dichte, die Eigenschaften des Warmen und des Kalten, des Trocknen und des Feuchten bestehen läfst. Eine solche Absurdität also, wie sie sich der Verfasser vorstellt, ist in der Behauptung des Kopernikus keineswegs enthalten. Die Übereinstimmung in einer und derselben Bewegungsart thut ebensoviel oder ebensowenig zur Sache, wie die Übereinstimmung in einem und demselben Zustande der Ruhe, sobald es sich darum handelt, die Verschiedenheit oder Nichtverschiedenheit des Wesens festzustellen. Sagt nun, ob noch andere Gegengründe beigebracht werden.

Die Übereinstimmung der Elemente in einer und derselben Bewegung besagt nicht mehr noch minder als die Übereinstimmung in einem und demselben Zustande der Ruhe.

Simpl. Es folgt ein vierter Einwand, der sich ebenfalls auf eine Naturbeobachtung gründet, dafs nämlich Körper derselben Gattung auch in der Gattung der Bewegung oder aber in der Ruhe übereinstimmen. Nach der Lehre des Kopernikus aber würden Körper, die von gleicher Gattung und einander höchst ähnlich sind, sich hinsichtlich der Bewegung völlig verschieden verhalten, ja in diametralem Gegensatze zu einander stehen. Denn es würden einander ganz ähnliche Sterne dennoch ganz verschiedene Bewegungen ausführen, sechs Planeten nämlich sich beständig im Kreise drehen, die Sonne hingegen und alle Fixsterne beständig bewegungslos verharren.

Körper derselben Gattung haben Bewegungen von gleicher Gattung gegen Kopernikus gerichtet.

Anderes Argument, ebenfalls

Salv. Der Form nach scheint mir das Argument zutreffend, in der Anwendung aber, oder materiell, ist es, wie ich glaube, fehlerhaft.

Wenn nur der Verfasser seine Annahme aufrecht erhalten will, so wird sich dann ohne Zweifel die Schlufsfolgerung mit ihrer Spitze gegen ihn selber richten. Die Schlufskette bei seinem Beweise ist folgende: unter den Weltkörpern giebt es sechs, welche sich beständig bewegen, es sind die sechs Planeten; bei den übrigen, der Erde, der Sonne und den Fixsternen ist es zweifelhaft, welche sich bewegen und welche feststehen; dabei ist es notwendig, dafs, wenn die Erde stille steht, die Sonne und die Fixsterne sich bewegen; es ist aber auch möglich, dafs die Sonne und die Fixsterne unbeweglich wären, wenn die Erde sich bewegte; in der Ungewifsheit darüber ist es nun die Frage, wem am angemessensten die Bewegung zuzuschreiben sei und wem die Ruhe. Der gesunde Menschenverstand schreibt vor, dafs die Bewegung als demjenigen Körper angehörig erachtet werden mufs, welcher in Gattung und Wesen zumeist mit den unzweifelhaft bewegten Körpern übereinstimmt, und die Ruhe als demjenigen angehörig, welcher von denselben am meisten abweicht. Da nun eine ewige Ruhe und eine beständige Bewegung grundverschiedene Eigenschaften sind, so ist offenbar anzunehmen, dafs die Beschaffenheit des immer bewegten Körpers durchaus verschieden ist von dem allezeit unbewegten. Versuchen wir also, da wir über Ruhe und Bewegung keine Klarheit haben, vermöge irgend einer anderen wichtigen Eigenschaft zu erforschen, welche Körper mit den unzweifelhaft beweglichen die meiste Verwandtschaft besitzen, die Erde oder die Sonne und die Fixsterne. Und, siehe da, die Natur kommt unserem Bedürfnis und Wunsch entgegen und giebt uns zwei bedeutsame Eigenschaften an die Hand, welche nicht minder von einander verschieden sind als Bewegung und Ruhe, nämlich Licht und Finsternis, die Eigenschaft also von Natur die höchste Leuchtkraft zu besitzen oder dunkel und jeden eigenen Lichtes bar zu sein. Es sind also die durch eigenen und ewigen Glanz ausgezeichneten Körper grundverschieden von denen, welche des Lichtes bar sind. Des Lichtes bar ist die Erde, die höchste Leuchtkraft besitzt die Sonne und nicht minder die Fixsterne. Die sechs beweglichen Planeten entbehren vollständig des Lichts, ebenso wie die Erde, ihre Beschaffenheit ist also mit der der Erde verwandt und von der der Sonne und der Fixsterne verschieden. Die Bewegung kommt also der Erde zu, unbeweglich hingegen ist die Sonne und die Fixsternsphäre.

Aus der Dunkelheit der Erde und der Leuchtkraft der Sonne und Fixsterne läfst sich die Bewegung von jener und die Unbeweglichkeit von diesen erschliefsen.

Simpl. Der Verfasser wird aber nicht einräumen, dafs die sechs Planeten finster sind und wird auf diesem verneinenden Standpunkt beharren, oder aber er wird die enge Verwandtschaft zwischen den sechs Planeten und der Sonne samt den Fixsternen und andererseits

die Unähnlichkeit zwischen diesen und der Erde durch andere Umstände begründen als durch Licht und Finsternis. Ja, ich besinne mich eben, bei dem folgenden fünften Einwande ist die völlige Verschiedenheit der Erde und der Himmelskörper hervorgehoben. Er schreibt da: Grofse Verwirrung und Störung würde nach der kopernikanischen Hypothese im Bau des Weltalls und seiner Teile einreifsen. Denn unter Himmelskörpern, die nach Aristoteles, Tycho und anderen unveränderlich und unzerstörbar sind, unter Körpern, sage ich, die nach allgemeinem Eingeständnis, auch nach dem des Kopernikus, von solchem Adel sind, welche nach des letzteren Versicherung aufs beste geordnet und verteilt sind, von welchen er jede Unbeständigkeit ihrer Kraft ausschliefst; unter Körpern, sage ich, von solcher Reinheit wie Venus und Mars, sollte die Hefe aller zerstörbaren Materien, die Erde, das Wasser, die Luft und alle Mischungen aus ihnen eine Stelle finden! Eine wieviel bessere Anordnung ist es, wieviel mehr der Natur, ja dem göttlichen Baumeister selbst angemessen, wenn das Reine von dem Unreinen, das Vergängliche von dem Unvergänglichen gesondert wird, wie die anderen Schulen lehren, welche nämlich lehren, dafs diese unreinen und hinfälligen Substanzen in den engen Hohlraum der Mondsphäre eingeschlossen sind, während dann über dieser in ununterbrochener Reihe die Himmelsgebilde sich erheben!

Andere Verschiedenheit zwischen Erde und Himmelskörpern bezüglich der Reinheit und Unreinheit.

Salv. Es ist richtig, dafs das kopernikanische System Verwirrung in das Weltall des Aristoteles bringt, wir aber handeln von unserem wahren und wirklichen Weltall. Wenn der Verfasser sodann die Wesensverschiedenheit zwischen der Erde und den Himmelskörpern aus der Unzerstörbarkeit von diesen und der Zerstörbarkeit von jener auf die Weise des Aristoteles herleiten will und wenn er dann aus dieser Verschiedenheit schliefst, Sonne und Fixsterne müfsten sich bewegen, die Erde aber unbeweglich sein, dann läfst er sich zu einem Fehlschlusse hinreifsen, indem er das Unbekannte schon als richtig voraussetzt. Denn Aristoteles erschliefst die Unzerstörbarkeit der Himmelskörper gerade aus derjenigen Bewegung, betreffs welcher wir streiten, ob sie diesen oder der Erde zukomme. Über die Nichtigkeit dieser rhetorischen Beweise haben wir zur Genüge gesprochen. Und was kann thörichter sein als zu sagen, die Erde und die Elemente seien aus der Gesellschaft der Himmelssphären verbannt und ausgeschlossen und in das Innere der Mondsphäre verwiesen! Ist denn diese nicht auch eine der Himmelssphären und nach allgemeinem Zugeständnis inmitten aller anderen gelegen? Eine neue Manier, Reine und Unreine, Kranke und Gesunde von einander zu trennen, indem man die von der Seuche Befallenen im Herzen der Stadt unterbringt!

Kopernikus bringt Verwirrung in das Weltall des Aristoteles.

Fehlschlufs des Verfassers des Antityche.

Thorheit der Behauptung, dafs die Erde aufserhalb des Himmels sich befinde.

Ich glaubte immer, das Lazarett müsse man in möglichst weiter Entfernung davon anlegen. Kopernikus bewundert die Anordnung der Teile des Universums, weil Gott das gewaltige Licht, welches seinen Tempel mit höchstem Glanz erfüllen sollte, in dessen Mittelpunkt und nicht an eine Seite gestellt hat.[150]) Dafs ferner der Erdball seine Stelle zwischen Venus und Mars hat, werden wir binnen kurzem zu besprechen haben; Ihr mögt versuchen, Euerem Autor zu liebe, sie von dieser Stätte zu entfernen. Nur lafst uns nicht solche rhetorische Floskeln in ernsthafte Untersuchungen einflechten, überlassen wir sie Schönrednern oder besser noch den Dichtern, welche es von jeher verstanden haben durch ihre einschmeichelnden Worte auch gemeine, ja bisweilen gefährliche Dinge zu preisen und zu erheben. Wenn sonst noch etwas zu sagen ist, thun wir es möglichst bald.

Argument hergenommen von den Tieren, welche ruhebedürftig sind, wenn auch ihre Bewegung natürlich ist.

Simpl. Als sechstes und letztes Argument steht hier, es sei sehr unwahrscheinlich, dafs ein zerstörbarer und der Auflösung unterworfener Körper eine beständige, regelmäfsige Bewegung ausführen könne. Er erläutert dies mit dem Beispiel der Tiere, welche sich auf die ihnen natürliche Weise bewegen und gleichwohl müde werden und der Ruhe bedürfen, um neue Kräfte zu sammeln. Und doch, was wollen solche Bewegungen besagen neben der im Vergleich damit ungeheuern Bewegung der Erde? Und sie nun gar drei abweichende, nach verschiedenen Richtungen aus einander strebende Bewegungen ausführen zu lassen! Wer möchte je so etwas zu behaupten wagen, er sei denn ein geschworener Verfechter dieser Meinungen? Auch ist in diesem Falle hinfällig, was Kopernikus vorbringt, dafs nämlich bei der Erde wegen des Natürlichen, Nichtgewaltsamen dieser Bewegung auch die Folgen die entgegengesetzten sind wie bei einer gewaltsamen, dafs sich zwar die Dinge, denen man Gewalt anthut, auflösen und nicht langen Bestand haben können, die von der Natur erschaffenen hingegen in ihrer besten Verteilung beharren. Es ist diese Entgegnung hinfällig, sage ich, sie wird von der unsrigen vernichtet: denn das Tier ist auch ein Naturkörper und nicht künstlich angefertigt, seine Bewegung ist gleichfalls natürlich und durch die Seele bedingt, also durch ein inneres Princip; gewaltsam hingegen ist eine Bewegung nur dann, wenn sie von einem äufseren Princip herrührt, zu dem das Bewegte nichts beiträgt; gleichwohl wird das Tier, wenn es seine Bewegung lange Zeit hindurch fortsetzt, müde und stirbt sogar, wenn es sich hartnäckig zwingen will. Ihr seht also, wie allenthalben in der Natur Anzeichen vorhanden sind, welche gegen die Behauptung des Kopernikus sprechen und niemals solche, die ihm günstig sind. — Um nicht immer die Rolle des Gegners spielen zu müssen, hört, was er gegen

Kepler vorbringt — gegen diesen polemisiert er hier — betreffs eines Einwandes, welchen eben dieser Kepler gegen diejenigen erhebt, denen es unangemessen, ja unmöglich scheint der Sternensphäre eine so ungeheuere Ausdehnung zu geben, wie es vom kopernikanischen Standpunkte aus erforderlich ist. Kepler richtet sich gegen diese mit den Worten: *Difficilius est accidens praeter modulum subjecti intendere, quam subjectum sine accidente augere. Copernicus igitur verisimilius facit, quisquis auget orbem stellarum fixarum absque motu, quam Ptolemaeus, qui auget motum fixarum immensa velocitate.*[151]) Diesen Einwand widerlegt der Verfasser: er ist erstaunt, wie Kepler sich so sehr täuschen und behaupten kann, bei der ptolemäischen Annahme wachse die Bewegung ohne Verhältnis zu dem Mafsstab des Subjekts. Denn nach seiner, des Verfassers, Ansicht wächst die Bewegung in demselben Verhältnis wie der Mafsstab und wie dieser zunimmt, nimmt auch die Geschwindigkeit der Bewegung zu. Dies beweist er, indem er sich einen Apparat vorstellt, der in 24 Stunden eine Umdrehung macht, eine Bewegung, die jedermann langsam nennen wird. Denkt man sich dann seinen Radius bis zur Sonne verlängert, so wird dessen Endpunkt die Geschwindigkeit der Sonne besitzen, wiewohl seine Bewegung auf dem Umfange des Apparats ganz langsam von statten geht. Wendet man diese Betrachtung am Apparate auf die Sternensphäre an und denkt sich auf einem Radius einen Punkt in der Nähe des Centrums in einer Entfernung gleich dem Radius des Apparats, so wird dieselbe Bewegung, welche auf der Sternensphäre eine aufserordentlich rasche ist, in diesem Punkte mit äufserster Langsamkeit vor sich gehen. Es ist nur die Gröfse des Körpers, welche die ganz langsame Bewegung in eine äufserst rasche verwandelt, wiewohl sie dieselbe Bewegung bleibt. Und so wächst demnach die Geschwindigkeit nicht aufser Verhältnis zu dem Mafsstab des Subjekts, vielmehr wächst sie entsprechend diesem und seiner Gröfse, ganz im Gegensatze zu der Ansicht Keplers.

Argument von Kepler zu Gunsten des Kopernikus.

Der Verfasser des Antitycho erhebt Einwand gegen Kepler.

Die Geschwindigkeit bei der Kreisbewegung wächst wie der Durchmesser des Kreises

Salv. Ich kann mir nicht denken, dafs der Verfasser eine so geringe und niedrige Meinung von Kepler hat, dafs er glaubt, dieser habe nicht begriffen, warum das äufserste Ende einer vom Mittelpunkt nach der Sternensphäre gezogenen Linie sich rascher bewegt als ein zwei Ellen vom Mittelpunkt entfernter Punkt derselben Linie. Er mufs also einsehen und begreifen, die Absicht und Meinung Keplers sei gewesen, es als einen geringeren Übelstand zu bezeichnen, wenn man einem unbeweglichen Körper die gewaltigste Gröfse zuschreibt, als wenn man einem immerhin auch höchst mächtigen Körper eine ungeheuere Geschwindigkeit beilegt, insbesondere wenn man auf den Modul, d. h. auf die Norm, auf das übliche Mafs der sonstigen Naturkörper

Erklärung des wahren Sinnes der keplerischen Worte und seine Verteidigung

Rücksicht nimmt, bei welchen mit der Entfernung vom Centrum die Geschwindigkeit abnimmt d. h. die periodischen Umläufe längere Zeit erfordern. Bei der Ruhe aber, bei welcher es kein Minder und Mehr giebt, macht die gröfsere oder geringere Ausdehnung des Körpers keinen Unterschied. Wenn also die Entgegnung des Verfassers auf das Argument Keplers zutreffend sein sollte, so mufs der Verfasser notwendig der Ansicht sein, dafs es für das bewegende Princip einerlei sei, innerhalb der nämlichen Zeit einen ganz kleinen oder einen ungeheueren Körper zu bewegen, da die Vermehrung der Geschwindigkeit unzweifelhaft von der Zunahme des Volumens herrührt. Dies widerspricht aber den Bauregeln der Natur, welche bei dem Modell der kleineren Sphären daran festhält, die kleineren Bahnen in kürzeren Zeiten zurücklegen zu lassen, wie sich bei den Planeten zeigt und am allerdeutlichsten bei den Mediceischen Gestirnen. So währt die Umdrehungszeit des Saturn länger als die aller übrigen kleineren Sphären und zwar dauert sie 30 Jahre. Von dieser nun zu einer vielfach gröfseren überzugehen und ihr eine 24-stündige Umdrehungszeit zu verleihen kann mit Recht als ein Aufgeben der Regeln des Modells bezeichnet werden. Wenn wir also sorgsam aufmerken, richtet sich die Entgegnung des Verfassers nicht gegen die Meinung und den Sinn der Keplerschen Worte, sondern gegen die Auslegung und die Ausdrucksweise. Auch hier aber hat der Verfasser Unrecht und kann nicht in Abrede stellen, dafs er die Deutung der Worte absichtlich mifsverstanden hat, um Kepler eines krassen Irrtums beschuldigen zu können. Der Betrug ist aber so grob, dafs er trotz aller Abzüge am Werte die hohe Meinung von Keplers Gelehrsamkeit doch nicht hat vernichten können, welche alle Gelehrten hegen. — Doch um wieder auf den Einwand gegen die beständige Bewegung der Erde zurückzukommen, der davon ausgeht, dafs sie diese immer fortsetzt, ohne zu ermüden, während die Tiere, die sich doch gleichfalls ihrer Natur und einem inneren Princip gemäfs bewegen, müde werden und der Ruhe bedürfen, um ihre Glieder abzuspannen . . . .

Gröfse und Kleinheit des Körpers bedingen eine Verschiedenheit bei der Bewegung, aber nicht bei der Ruhe.

Die Ordnung der Natur ist es, die kleineren Bahnen in kürzeren, die gröfseren in längeren Zeiten zurücklegen zu lassen.

Sagr. Ich meine Kepler zu hören, wie er darauf erwidert, dafs es doch Tiere giebt, die sich dadurch von ihrer Müdigkeit erholen, dafs sie sich auf der Erde wälzen; dafs man also nicht zu befürchten braucht, der Erdball werde müde. Man kann vielmehr mit vollem Rechte behaupten, dafs er sich einer beständigen, gänzlich ungestörten Ruhe erfreut, indem er in ewiger Umwälzung beharrt.

Wortspiel als fingierte Entgegnung Keplers.

Salv. Ihr seid gar zu scharf und beifsend, Signore Sagredo; lassen wir lieber die Späfse beiseite, wenn wir so ernsthafte Gegenstände behandeln.

Sagr. Verzeiht, Signore Salviati, was ich da sage, ist gar nicht so unangebracht, wie Ihr es hinstellt. Denn eine Bewegung, die einem von zurückgelegtem Wege ermatteten Körper zum Ausruhen, zur Vertreibung der Müdigkeit dient, kann noch viel eher den Eintritt der Müdigkeit verhindern, gerade wie die vorbeugenden Heilmittel um so eher wirksam sind als die heilenden. Ich bin fest überzeugt, wenn die Bewegung der Tiere in der Art vor sich ginge wie die der Erde zugeschriebene, so würden sie durchaus nicht ermüden; denn meines Erachtens rührt die Ermüdung des tierischen Körpers davon her, dafs das Tier blofs einen Teil gebraucht, um diesen und den ganzen übrigen Körper zu bewegen. So z. B. werden blofs die Unter- und Oberschenkel beim Gehen benutzt, um ihr eigenes Gewicht und das des ganzen Körpers fortzutragen, hingegen werdet Ihr bemerken, wie die Bewegung des Herzens unermüdlich vor sich geht, weil es eben nur sich zu bewegen hat. Überdies bin ich mir nicht klar darüber, inwiefern wirklich die Bewegung des Tieres natürlich ist und nicht vielmehr gewaltsam. Ich glaube sogar, man könnte mit Recht behaupten, dafs die Seele die Glieder des Tieres von Natur in eine widernatürliche Bewegung versetzt. Wenn nämlich die Bewegung schwerer Körper nach oben widernatürlich ist, so kann beim Gehen das Heben des Schienbeins und Schenkels, die schwere Körper sind, nur unter Anwendung von Gewalt erfolgen und daher nicht ohne Ermüdung dessen, der sie bewegt. Wer eine Treppe hinaufsteigt, trägt einen schweren Körper entgegen seiner natürlichen Neigung nach oben, und infolge dessen tritt wegen des natürlichen Widerstrebens der Schwere gegen eine solche Bewegung Ermüdung ein. Wenn aber ein Körper eine Bewegung ausführen soll, gegen welche er nicht die mindeste Abneigung hat, ist da irgendwelche Erschlaffung oder Verminderung seiner Energie oder Kraft zu befürchten? Warum sollte die Kraft sich vermindern, wo sie gar nicht zur Anwendung kommt?

Die Tiere würden nicht ermüden, wenn ihre Bewegung so vor sich ginge wie dem Erdball zugeschrieben.

Ursache der Ermüdung bei den Tieren.

Bewegung des Tieres eher gewaltsam als natürlich zu nennen.

Die Kraft vermindert sich nicht, wo sie nicht zur Anwendung kommt.

Simpl. Der Verfasser gründet seinen Einwand auf den Gegensatz derjenigen Bewegungen, welche nach seiner Meinung die Erde ausführen soll.

Sagr. Es ist bereits bemerkt worden, dafs diese Bewegungen keineswegs entgegengesetzt sind, dafs der Verfasser darin sich gröblich getäuscht hat; so kommt es, dafs die Spitze des Einwandes ihre ganze Kraft gegen den Angreifer selbst richtet, wenn er behauptet, dafs das *primum mobile* alle niederen Sphären entgegen derjenigen Richtung fortreifst, in welcher diese gleichzeitig unaufhörlich sich bewegen. Sache des *primum mobile* ist es also, müde zu werden, welches nicht nur sich selber, sondern auch so viele andere Sphären in Bewegung

Der Einwand Chis wendet sich gegen ihn selbst.

erhalten soll, die noch obendrein ihm durch ihre entgegengesetzt gerichtete Bewegung Widerstand leisten. Man mufs demnach die letzte Schlufsfolgerung des Verfassers, dafs die Naturerscheinungen stets zu einem für Aristoteles und Ptolemäus günstigen Ergebnisse führten und niemals zu einem, das nicht gegen Kopernikus spräche, mit grofser Vorsicht entgegennehmen. Es ist vielmehr richtiger zu sagen: da eine der beiden Lehren richtig, die andere notwendig falsch ist, so ist es unmöglich, dafs für die falsche jemals ein Beweis, eine Erfahrung, ein richtiger Grund sich finden läfst, der ihr günstig wäre, wie umgekehrt nichts derartiges der wahren Lehre widersprechen kann. Es mufs also eine grofse Verschiedenheit hervortreten zwischen den Untersuchungen und Gründen, die von der einen und von der anderen Seite für und gegen diese beiden Meinungen vorgebracht werden, die Entscheidung über den Wert derselben aber stelle ich Euch selbst anheim, Signore Simplicio.

Für wahre Behauptungen stöfst man auf zwingende Beweise, nicht aber für falsche.

Salv. Ihr habt mir vorhin, fortgerissen von der schnellen Auffassungsgabe Eueres Geistes, das Wort abgeschnitten, als ich noch etwas auf jenes letzte Argument des Verfassers erwidern wollte. Obwohl Ihr ihm nun zur Genüge geantwortet habt, will ich doch unter allen Umständen noch hinzufügen, was ich vorhin im Sinne hatte. Er hält es für höchst unwahrscheinlich, dafs ein der Auflösung und Zerstörung unterworfener Körper, wie es die Erde ist, beständig eine regelmäfsige Bewegung ausführen kann, namentlich in Hinblick auf die Tiere, die wir schliefslich müde und ruhebedürftig werden sehen; es erscheint ihm um so unwahrscheinlicher, als eine derartige Bewegung im Vergleich zu der der Tiere unermefslich geschwind vor sich gehen müfste. Nun kann ich nicht einsehen, warum er an der Geschwindigkeit der Erde auf einmal Anstofs nimmt, wo doch die so sehr viel gröfsere der Fixsternsphäre ihm nicht mehr Anstofs giebt, als die Geschwindigkeit eines Apparates, der in 24 Stunden eine einzige Drehung ausführt. Wenn aus dem Vergleich der Geschwindigkeit der Erddrehung mit dem Modelle des Apparats keine belangreicheren Schlüsse gezogen werden, so darf nur der Verfasser seine Furcht betreffs der Ermüdung der Erde fallen lassen; denn kein noch so schwaches und träges Tier, nicht einmal ein Chamäleon, würde müde werden, wenn es sich in 24 Stunden nicht mehr als fünf oder sechs Ellen bewegte. Wenn er aber die Geschwindigkeit nicht mehr nach dem Modell des Apparats, sondern absolut beurteilen will und darauf Rücksicht nimmt, dafs der bewegliche Körper in 24 Stunden eine aufserordentlich grofse Strecke zurückzulegen hat, so müfste der Verfasser sich noch viel mehr dagegen sträuben, diese Geschwindigkeit der Sternensphäre zuzusprechen,

Die Ermüdung der Sternensphäre wäre eher zu befürchten, als die des Erdballs.

denn diese soll mit unvergleichlich gröfserer Geschwindigkeit, als sie die Erde besitzt, tausende von Körpern mit sich reifsen, deren jeder weit gröfser ist, als die Erde.

Es wären jetzt noch die Beweise zu betrachten, nach welchen die neuen Sterne von 1572 und 1604 sublunarische und nicht himmlische Erscheinungen gewesen sein sollen, wie letzteres allgemein von den damaligen Astronomen angenommen wurde: ein wahrhaft grofsartiges Unternehmen! Ich habe indessen gedacht, weil mir die Schrift neu ist und weil sie durch die darin enthaltenen Rechnungen einen grofsen Umfang besitzt, dafs es zweckmäfsiger wäre, wenn ich sie in der Zeit von heute Abend bis morgen früh einer möglichst genauen Durchsicht unterwürfe und Euch morgen bei Wiederaufnahme unserer gewöhnlichen Unterredungen über das, was ich darin gefunden habe, Bericht erstattete. Bleibt uns dann noch Zeit, so wollen wir sie benutzen, um über die der Erde zugeschriebene jährliche Bewegung zu sprechen. Wenn Ihr inzwischen, insbesondere Signore Simplicio, noch etwas über die tägliche Bewegung zu bemerken habt, die ich nun recht weitläufig geprüft habe, so steht uns noch ein wenig Zeit zur Verfügung, um darüber Erörterungen zu pflegen.

Simpl. Ich habe nur das eine zu bemerken, dafs die heute stattgehabten Erörterungen mir allerdings reich an sehr scharfsinnigen und geistvollen Gedanken erschienen sind, welche vom kopernikanischen Standpunkte zu Gunsten der Lehre von der Erdbewegung vorgebracht worden sind. Aber ich kann doch nicht sagen, dafs ich mich geneigt fühle an diese zu glauben, da schliefslich alles Vorgebrachte doch nur beweist, dafs die Gründe für das Stillestehen der Erde nicht zwingend sind; aber es ist kein einziger Beweis von zwingender Überzeugungskraft für die gegnerische Ansicht angeführt worden, der die Bewegung darthäte.

Salv. Ich habe mir niemals die Aufgabe gestellt, Signore Simplicio, Euch von Euerer Ansicht zu bekehren und möchte noch weniger mich unterfangen, entscheidend über eine so bedeutende Streitfrage abzuurteilen. Bei den bisherigen wie bei den folgenden Disputationen ist meine Absicht nur die gewesen und wird es nur sein, Euch klar zu machen, dafs die Anhänger der Lehre, wonach jene äufserst rasche 24-stündige Bewegung blofs der Erde angehöre und nicht dem ganzen Weltall mit Ausnahme der Erde, diese ihre Ansicht, dafs dem so sein könne oder müsse, nicht ins Blaue hinein, wie man zu sagen pflegt, sich gebildet haben, dafs sie vielmehr die Gründe für die gegnerische Ansicht sehr wohl anhörten, kannten, prüften und auch nicht verächtlich darauf zu erwidern wufsten. In dieser nämlichen Absicht

werden wir zu der Betrachtung der anderen Bewegung übergehen können, wenn dies nach Euerem und Signore Sagredos Geschmack ist, zu jener anderen Bewegung, die zuerst von Aristarch aus Samos[152]) und sodann von Nikolaus Kopernikus gleichfalls dem Erdball zugeschrieben worden ist. Diese Bewegung geht, wie Ihr wahrscheinlich schon gehört habt, unter dem Tierkreise vor sich, innerhalb eines Zeitraums von einem Jahre um die im Mittelpunkte des Tierkreises unbeweglich stehende Sonne.

Simpl. Die Frage ist so grofsartig und bedeutend, dafs ich sehr gespannt bin, darüber reden zu hören, da ich wohl annehmen darf, dafs ich Gelegenheit habe, alles das zu vernehmen, was sich über diesen Gegenstand sagen läfst. Ich werde dann bei mir selber in aller Gemächlichkeit noch weiter über das bereits Vernommene und noch ferner zu Vernehmende nachdenken können, und wenn ich sonst nichts dabei gewänne, so ist es schon etwas, mit gröfserer Gründlichkeit über diese Dinge reden zu können.

Sagr. Lafst uns also, um Signore Salviati nicht allzusehr zu ermüden, unsere heutigen Unterhaltungen beschliefsen und nehmen wir morgen, wie gewöhnlich unsere Gespräche auf, in der Hoffnung recht viel Neues zu hören.

Simpl. Ich lasse das Buch über die neuen Sterne hier, nehme hingegen das Thesenbüchlein wieder mit, um noch einmal nachzusehen, was darin gegen die jährliche Bewegung, welche unseren morgigen Gesprächsstoff abgeben soll, geschrieben steht.

Dritter Tag.

Sagr.[1]) Die lebhafte Sehnsucht, mit der ich Euere Ankunft erwartet habe, um die neuen Gedanken über die jährliche Umdrehung unseres Erdballs zu vernehmen, liefs mir die verflossenen Stunden der Nacht recht lange erscheinen und ebenso ging es mir den heutigen Morgen, wiewohl ich ihn nicht müfsig verbrachte, sondern ihn verwendete, um noch einmal im Geiste die gestrigen Erwägungen durchzugehen. Ich zog die Gründe in Betracht, welche jede der beiden gegnerischen Parteien zu Gunsten ihres Standpunktes anführt, die aristotelische und ptolemäische einerseits, die des Aristarch und des Kopernikus andererseits: wirklich, es scheint mir, wer auch sich getäuscht habe, sein Irrtum ist verzeihlich; denn dem Anscheine nach sind diese Gründe so plausibel, dafs jene Männer wohl durch sie überzeugt worden sein mögen; nur müssen wir uns an die von jenen ersten bedeutenden Schriftstellern vorgebrachten Gründe halten. Da jedoch die peripatetische Ansicht vermöge ihres Alters zahlreiche Anhänger und Verehrer gefunden hat, die andere Ansicht hingegen nur eine ganz geringe Zahl, einmal ihrer Dunkelheit und sodann ihrer Neuheit wegen, so bemerkt man unter jener grofsen Zahl und namentlich unter den modernen Vertretern dieser Richtung manche, welche zur Aufrechterhaltung der von ihnen für wahr gehaltenen Meinungen sehr kindische, wo nicht lächerliche, Gründe aufgebracht haben.

Salv. Denselben Eindruck habe ich empfangen und zwar in um so höherem Grade wie Euer Gnaden, als ich Gründe habe vorbringen hören, die ich mich schämen würde zu wiederholen: nicht sowohl um den Ruf ihrer Urheber zu schonen, deren Namen man stets verschweigen kann[2]), als vielmehr um der Ehre des Menschengeschlechtes keinen Makel anzuheften. Wie ich mich dann aufs Beobachten legte, habe ich schliefslich mich überzeugt, dafs manche Menschen voreilige Schlüsse ziehen, sich infolge dessen eine Behauptung in den Kopf setzen und an ihr zähe festhalten, weil diese entweder von ihnen selbst oder von einer bei ihnen wohl accreditierten Persönlichkeit herrührt

Manche Schriftsteller setzen sich bei ihren Untersuchungen erst eine Behauptung, an welche sie glauben, in den Kopf und passen ihre Schlüsse sodann dieser Behauptung an.

derart, dafs es unmöglich ist diese Ansicht jemals wieder auszurotten. Die Gründe, welche ihnen dann selber einfallen oder welche sie von anderen zur Bestätigung ihrer vorgefafsten Meinung anführen hören, mögen sie noch so einfältig und geistlos sein, werden von ihnen gebilligt und ohne weiteres mit Beifall aufgenommen; die Einwände hingegen, welche man ihnen macht, so geistreich und überzeugend sie seien, nicht nur widerwillig entgegen genommen, nein, mit Entrüstung sogar und heftigstem Zorne. Mancher würde sich wutschnaubend nicht entblöden jedwedes Mittel zu gebrauchen, nur um den Widersacher zu unterdrücken und verstummen zu machen; ich habe in dieser Richtung so manche Erfahrung gemacht.

Sagr. Leute dieses Schlages leiten also nicht den Schlufs aus den Prämissen ab und beweisen ihn nicht durch Gründe, sondern wenden und drehen, oder besser gesagt, verdrehen die Prämissen und Gründe solange, bis sie mit ihren schon feststehenden eingewurzelten Behauptungen stimmen. Danach ist es nicht rätlich sich mit dergleichen Leuten einzulassen, um so weniger als ihre Methode nicht blofs unerfreulich, sondern auch gefährlich ist. Hingegen können wir die Gespräche mit unserem Signore Simplicio fortsetzen, der mir von langer Hand als grundaufrichtiger Mann ohne Falsch und Tücke bekannt ist und der überdies in der peripatetischen Philosophie trefflich Bescheid weifs. Darum gebe ich mich auch der festen Überzeugung hin, dafs zur Unterstützung der Meinung des Aristoteles nicht leicht Gründe sich beibringen lassen würden, die ihm entgingen. Doch seht, da ist er eben, ganz aufser Atem, er hat heute lange auf sich warten lassen. — Wir machten Euch eben weidlich schlecht, Signore Simplicio.

Simpl. Nicht ich verdiene Vorwürfe, Neptun ist schuld an meinem langen Ausbleiben: er hat das Meer heute Morgen bei der Ebbe so stark zurückgezogen, dafs die Gondel, die ich benutzte, nicht weit von hier in einem nicht fundamentierten Kanale auf dem Trockenen sitzen blieb, so dafs ich dort länger als eine geschlagene Stunde auf die Wiederkehr der Flut warten mufste. Wie ich nun so dastand, ohne aus der Barke aussteigen zu können, welche ganz plötzlich auflief, habe ich eine Erscheinung beobachtet, die mir sehr merkwürdig vorkam: beim Sinken des Wassers sah man dieses nämlich ganz geschwind in vielen kleinen Rinnsälen abfliefsen, weil der Schlammboden gröfstenteils blofsgelegt war. Während ich nun meine Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung richte, sehe ich plötzlich, wie diese Bewegung aufhört, wie ohne jede Pause das nämliche Wasser wieder rückwärts fliefst und das Meer statt rückläufig wieder rechtläufig wird, ohne auch nur einen Moment stationär zu bleiben. Solange ich in Venedig

Die Bewegung des Wassers zwischen Ebbe und Flut durch keine Ruhepause unterbrochen.

bin, habe ich noch nie Gelegenheit gehabt, diese Erscheinung zu beobachten.

Sagr. Dann bliebt Ihr wohl noch nicht oft auf dem Trockenen zwischen solch kleinen Rinnsälen sitzen. Diese haben ein so geringes Gefälle, dafs bei einem Sinken und Steigen des offenen Meeres um die Dicke auch nur eines Blattes Papier gleichwohl das Wasser um ziemlich bedeutende Strecken in ihnen hin- und herläuft. Ebenso bewirkt an manchen Seeküsten ein Steigen des Meeres um blofs vier oder sechs Ellen, dafs das Wasser von den flachen Gestaden Hunderte und Tausende von Ruten landeinwärts dringt.

Simpl. Das verstehe ich sehr wohl, ich hätte aber gedacht, dafs zwischen dem letzten Sinken und dem Wiederbeginn des Steigens eine merkliche Ruhepause eintritt.

Sagr. So wird sich die Sache ausnehmen, wenn Ihr an Mauern oder an Pfähle denkt, wo jene Änderungen in vertikaler Richtung vor sich gehen; aber auch da tritt in Wirklichkeit keine Ruhe ein.

Simpl. Wegen der entgegengesetzten Richtung jener beiden Bewegungen glaubte ich, es müsse zwischen beiden eine Ruhe stattfinden, in Gemäfsheit auch der aristotelischen Doktrin, welche beweist, dafs *in puncto regressus mediat quies.*[3])

Sagr. Ich erinnere mich dieser Stelle sehr wohl, aber ebenso erinnere ich mich, wie wenig ich zur Zeit, wo ich Philosophie studierte, von dem Beweise des Aristoteles überzeugt worden bin, ja ich wufste viele gegenteilige Erfahrungen anzuführen, die ich Euch jetzt noch wiederholen könnte. Aber ich möchte nicht, dafs wir uns wieder auf Irrfahrten einlassen, da wir doch zusammengekommen sind, um über unsere Angelegenheit zu verhandeln, wo möglich ohne solche Unterbrechungen, wie wir sie die vergangenen Tage gehabt haben.

Simpl. Wenn es auch nicht gerade nötig sein wird, unsere Gespräche zu unterbrechen, so werden sie sich doch ziemlich in die Länge ziehen. Gestern nämlich nach Hause zurückgekehrt, fing ich an, noch einmal das Thesenbüchlein durchzulesen und finde darin höchst treffende Argumente gegen jene der Erde beigelegte jährliche Bewegung. Weil ich mir nicht zutraute, sie so genau wiedergeben zu können, habe ich vorgezogen das Buch wieder mitzubringen.

Sagr. Daran habt Ihr wohl gethan. Wenn wir indessen das gestern aufgestellte Programm einhalten wollen, werden wir erst den Bericht des Signore Salviati über das Buch von den neuen Sternen entgegenzunehmen haben, dann können wir ohne weitere Unterbrechungen zur Untersuchung der jährlichen Bewegung übergehen. Nun was habt Ihr uns über die neuen Sterne mitzuteilen, Signore Salviati? Sind sie

wirklich vermöge der von Signore Simplicio angeführten Rechnungen des Verfassers vom Himmel in jene tieferen Regionen verpflanzt worden?

Salv. Ich machte mich gestern Abend daran, seine Beweise zu lesen und heute Morgen habe ich sie noch einmal rasch durchgegangen, um mich zu überzeugen, ob wirklich darin geschrieben stand, was ich den Abend zuvor gelesen zu haben glaubte, oder ob nächtliche Gespenster, Ausgeburten meiner Phantasie mich getäuscht hatten. Um es kurz zu machen, ich finde zu meinem grofsen Herzeleid, dafs darin wirklich Dinge gedruckt zu lesen sind, wie ich sie zur Ehre des Philosophen lieber nicht gesehen hätte. Dafs er nicht einsähe, wie aussichtslos sein Unterfangen ist, scheint mir undenkbar, denn einmal liegt die Sache gar zu sehr auf der Hand, sodann erinnere ich mich auch, dafs der Verfasser von unserem akademischen Freunde lobend erwähnt worden ist[4]; auch wird er schwerlich aus Gefälligkeit gegen andere seinen Ruf derart aufs Spiel gesetzt haben, dafs er sich entschlossen haben sollte, ein Werk zu veröffentlichen, bei dem von seiten aller Verständigen nur ein abfälliges Urteil zu erwarten stand.

Sagr. Vergefst aber nicht, dafs auf einen Verständigen mehr als hundert andere kommen, die ihn feiern und über alle Weisen der Gegenwart und Vergangenheit stellen werden: ihn, der es verstanden hat, die peripatetische Lehre von der Unveränderlichkeit des Himmels gegen eine Schar von Astronomen zu verfechten und zwar — zu ihrer Schande sei es gesagt — mit deren eigenen Waffen. Was sollten auch vier oder sechs Verständige im Lande, welche die Nichtigkeit seiner Arbeit durchschauen, gegen die Unzahl derer ausrichten, die nicht imstande sind, sie zu erkennen oder zu begreifen, die sich durch dergleichen Marktschreierei übertölpeln lassen und ihm um so lauteren Beifall klatschen, je weniger sie ihn verstehen. Nehmt hinzu, dafs auch die wenigen Sachverständigen es verschmähen werden, auf eine so armselige und nichts beweisende Schreiberei etwas zu erwidern, und zwar mit vollem Rechte, denn für die Verständigen ist es überflüssig und bei denen, die nichts verstehen, ist alle Mühe vergeblich.

Salv. Die angemessenste Strafe für solches Vergehen wäre in der That das Schweigen, wenn man nicht durch andere Gründe geradezu gezwungen würde, seinem Unwillen Luft zu machen: einmal laden wir Italiener samt und sonders den Schein von Ignoranten auf uns und machen uns in den Augen der Ausländer, namentlich der Nichtkatholiken, lächerlich. Ich könnte Euch sehr berühmte Männer nennen[5], die sich über unseren Akademiker und alle italienischen Mathematiker lustig machen, weil sie die albernen Ausfälle eines gewissen *Lorenzini*

gegen die Astronomen in die Öffentlichkeit gelangen und dort unwidersprochen sich behaupten liefsen. Und doch könnte das noch hingehen mit Rücksicht auf das noch mehr den Spott herausfordernde Verhalten der Sachverständigen, die sich scheinbar die Albernheiten von Leuten gefallen lassen, welche Theorieen bekämpfen, ohne sie zu verstehen.

Sagr. Ich brauche kein treffenderes Beispiel als die Dreistigkeit jener Leute und die unglückliche Lage eines Mannes wie Kopernikus, der sich von Gegnern bekämpfen lassen mufs, die nicht einmal seine fundamentale Behauptung verstehen, um derentwillen ihm der Krieg erklärt wird.

Salv. Ihr werdet nicht weniger verwundert sein über die Art und Weise, wie man die Ansicht der Astronomen widerlegt, wonach die neuen Sterne höheren Sphären als die Planetenbahnen, vielleicht sogar dem Firmamente angehörten.[6])

Sagr. Wie könnt Ihr aber in so kurzer Zeit dieses ganze umfangreiche Buch geprüft haben, welches doch notwendig Beweise in grofser Zahl enthalten mufs?

Salv. Ich habe mich auf die ersten darin angeführten Gegengründe beschränkt; diese bestehen in zwölf Beweisen, welche sich auf die Beobachtungen von zwölf Astronomen[7]) stützen, und alle diese Astronomen waren der Ansicht, dafs der 1572 in der Cassiopeja aufgetauchte Stern am Firmament stand. Der Verfasser beweist im Gegenteil auf Grund dieser Beobachtungen, derselbe sei sublunarisch gewesen, indem er paarweise die Kulminationshöhen vergleicht, wie sie von mehreren Beobachtern an Orten verschiedener Breite gefunden wurden und dann in gleich zu erklärender Weise vorgeht. Da ich nun bei der Prüfung dieser seiner ersten Schlufsfolgerungen bemerkt zu haben glaube, wie wenig der Verfasser imstande ist zu Gunsten der Peripatetiker etwas gegen die Astronomen auszurichten und wie immer deutlicher und deutlicher sich die Ansicht der letzteren bestätigt, so habe ich seine anderen Methoden nicht mit der gleichen Geduld prüfen mögen, ich habe sie vielmehr nur ganz flüchtig angesehen in der Gewifsheit, dafs dabei ebenso wenig herauskommt, als bei den ersten Einwendungen. Es genügen, wie Ihr sehen werdet, in der That einige wenige Worte zur Widerlegung dieses ganzen Werkes, trotzdem es sich auf so viele, viele mühsame Rechnungen stützt, wie Ihr seht. Hört also mein Beweisverfahren. Der Verfasser, um, wie er sagt, die Gegner mit ihren eigenen Waffen zu durchbohren, bedient sich einer grofsen Zahl von Beobachtungen, die diese selbst angestellt haben — es handelt sich immerhin um zwölf oder dreizehn verschiedene

Methode *Chiaramontis*, die Astronomen zu widerlegen und Methode *Salviatis*, jenen zu widerlegen.

Autoren — stellt mit einem Teile derselben seine Rechnungen an und gelangt zu dem Ergebnisse, gedachte Sterne hätten unterhalb des Mondes gestanden. Da ich nun gerne katechetisch zu Werke gehe, der Verfasser selbst aber nicht zugegen ist, so mag Signore Simplicio im Sinne des Verfassers auf die Fragen antworten, die ich stellen werde. Angenommen also, es handle sich um den schon genannten Stern, der 1572 in der Cassiopeja auftauchte, so sagt mir, Signore Simplicio, glaubt Ihr, dafs derselbe gleichzeitig an verschiedenen Orten gestanden haben kann, nämlich in der elementaren Sphäre und zugleich inmitten der Planetenbahnen, oder in noch höheren Regionen unter den Fixsternen und noch unendlich viel weiter als diese?

Simpl. Unzweifelhaft mufs man ihn an eine einzige Stelle und in eine einzige bestimmte Entfernung von der Erde versetzen.

Salv. Wenn also die Beobachtungen der Astronomen richtig und die vom Verfasser angestellten Rechnungen fehlerlos wären, so müfste aus beiden notwendig in allen Fällen genau die nämliche Entfernung sich ergeben, nicht wahr?

Simpl. So weit reicht auch mein Verständnis, dafs ich einsehe, dem müsse so sein. Auch würde der Verfasser schwerlich Widerspruch dagegen erheben.

Salv. Wie aber würdet Ihr diese vielen, vielen Rechnungen beurteilen, wenn auch nicht zweie zu gleichen Ergebnissen führen?

Simpl. Ich würde sie sämtlich für fehlerhaft erklären und die Schuld entweder dem Rechner oder den mangelhaften Beobachtungen der Astronomen beimessen. Allenfalls könnte eine, aber auch nur eine, richtig sein; indessen wüfste ich nicht, diese herauszufinden.

Salv. Möchtet Ihr nun eine zweifelhafte Behauptung auf fehlerhafter Grundlage aufbauen und als bewiesen hinstellen? Gewifs nicht. Die Rechnungen Eueres Autors nun sind derart, dafs keine mit einer anderen stimmt. Ihr seht also, welches Vertrauen man ihnen schenken darf.

Simpl. In der That, wenn die Sache so steht, so liegt da ein merkwürdiges Versehen vor.

Sagr. Ich möchte doch Signore Simplicio und den Verfasser in Schutz nehmen, indem ich Signore Salviati darauf aufmerksam mache, dafs seine Gründe allerdings zutreffend wären, wenn der Verfasser versucht hätte, die Entfernung des Sternes von der Erde mit Bestimmtheit zu ermitteln. Ich glaube aber nicht, dafs dies seine Absicht war; er wollte vielmehr auf Grund jener Beobachtungen nur beweisen, dafs der Stern sublunarisch gewesen sei. Wenn also aus besagten Beobachtungen und sämtlichen auf sie gegründeten Rechnungen die Höhe

des Sternes immer geringer sich ergiebt als die des Mondes, so ist auch dies schon für den Verfasser ein ausreichender Grund, um alle jene Astronomen der krassesten Unwissenheit zu zeihen, da sie mangels geometrischer oder arithmetischer Kenntnisse aus ihren eigenen Beobachtungen keine richtigen Schlüsse zu ziehen verstanden.

Salv. Ich werde mich also an Euch wenden müssen, Signore Sagredo, der Ihr mit so viel Scharfsinn die Ansicht des Verfassers zu halten versucht. Damit auch Signore Simplicio, der mit Rechnungen und Beweisen nicht so Bescheid weifs, zum mindesten sich überzeugen kann, wie verfehlt die Beweise des Verfassers sind, mache ich zunächst auf folgendes aufmerksam. Der Verfasser selber sowohl wie alle Astronomen, gegen welche er ankämpft, sind einig darüber, dafs der neue Stern keine Eigenbewegung hatte, sondern blofs die tägliche Drehung des *primum mobile* mitmachte. Sie sind hingegen uneins betreffs seiner Lage, indem diese ihn in die Himmelsregion versetzen, d. h. höher hinauf als den Mond, möglicherweise sogar an den Fixsternhimmel, während jener ihn für benachbart der Erde hält, d. h. für tiefer gelegen als die Wölbung der Mondsphäre. Da nun der neue Stern, um welchen es sich handelt, gegen Norden und nicht sehr weit vom Pole stand, sodafs er für uns Nordländer niemals unterging, so war es nicht schwer mittels astronomischer Instrumente seine Meridianhöhen zu bestimmen, und zwar ebensowohl die kleinsten bei der unteren Kulmination als die gröfsten bei der oberen. Aus dem Vergleich dieser Höhen, wie sie sich an solchen verschiedenen Orten der Erde ergaben, die verschiedene Entfernung vom Nordpol oder verschiedene Polhöhen besitzen, liefs sich dann auf die Entfernung des Sternes schliefsen. Denn stand er am Firmamente bei den übrigen Fixsternen, so mufsten die verschiedenen Meridianhöhen, welche an Orten verschiedener geographischer Breite aufgenommen wurden, unter einander die nämlichen Differenzen aufweisen, wie die geographischen Breiten oder Polhöhen selbst. Wenn z. B. die Erhebung des Sternes über dem Horizont an einem Orte, dessen Polhöhe 45 Grad war, 30 Grad betrug, so mufste die Erhebung derselben um 4 oder 5 Grad mehr betragen in den nördlicher gelegenen Ländern, in welchen die Polhöhe ebenfalls um 4 oder 5 Grad gröfser war. War aber die Entfernung des Sternes von der Erde im Vergleich zu der des Firmaments sehr klein, so mufsten seine Meridianhöhen, wenn man sich nach Norden begab, beträchtlich rascher wachsen als die Polhöhen. Aus diesem stärkeren Wachstum, also aus dem Überschufs des Zuwachses der Meridianhöhen über den Zuwachs der Polhöhen — welcher Überschufs parallaktische Differenz genannt wird — kann man ohne

Die kleinsten und gröfsten Höhen des neuen Sternes unterscheiden sich an verschiedenen Orten nicht mehr von einander als die Polhöhe, sobald der neue Stern am Firmamente steht.

weiteres mittels einer klaren und sicheren Methode die Entfernung des Sternes vom Mittelpunkt der Erde berechnen. Nun nimmt der Verfasser die Beobachtungen von dreizehn Astronomen vor, welche unter verschiedenen Polhöhen stattfanden, vergleicht nach eigener Auswahl einige derselben mit einander und berechnet aus zwölf Paaren von Beobachtungen, dafs die Höhe des neuen Sternes stets geringer gewesen sei als die Entfernung des Mondes. Dies erzielt er aber nur dadurch, dafs er in geradezu widerwärtiger Weise auf die krasseste Ignoranz aller derer spekuliert, denen sein Buch in die Hände fallen könnte. Ich bin gespannt darauf, ob die anderen Astronomen schweigen werden, insbesondere Kepler, auf welchen es der Verfasser besonders abgesehen hat und der sonst kein Blatt vor den Mund zu nehmen pflegt, es sei denn, er habe eine Entgegnung für unter seiner Würde gehalten.[8]) Um Euch nun einen Begriff von der Sache zu geben, habe ich auf dieses Blatt die Schlufsfolgerungen notiert, welche der Verfasser aus seinen zwölf Untersuchungen zieht.[9])

Es werden zunächst verglichen die beiden Beobachtungen von

1) *Maurolycus* und *Hainzel*, aus welchen sich die Entfernung des Sterns zu weniger als 3 Erdhalbmessern ergiebt bei einer parallaktischen Differenz von 4° 42′ 30″ . . . . . 3 Erdhalbm.

2) Aus den Beobachtungen von *Hainzel* und *Schuler*[10]) berechnet sich bei einer Parallaxe von 8′ 30″ seine Entfernung vom Mittelpunkt auf mehr als . . . . . 25 Erdhalbm.

3) Aus den Beobachtungen von *Tycho* und *Hainzel* ergiebt sich bei einer Parallaxe von 10′ die Entfernung vom Erdmittelpunkte zu etwas weniger als . . . . . 19 Erdhalbm.

4) Aus den Beobachtungen *Tychos* und des *Landgrafen* ergiebt sich bei einer Parallaxe von 14′ die Entfernung vom Mittelpunkt zu etwa . . . . . 10 Erdhalbm.

5) Aus den Beobachtungen von *Hainzel* und *Gemma* findet man bei einer Parallaxe von 42′ 30″ eine Entfernung von etwa . . 4 Erdhalbm.

6) Aus den Beobachtungen des *Landgrafen* und denen von *Camerarius* erhält man bei einer Parallaxe von 8′ eine Entfernung von etwa . . . . . 4 Erdhalbm.

7) Aus den Beobachtungen von *Tycho* und *Hagek* ergiebt sich bei einer Parallaxe von 6′ die Entfernung von . . . . . 32 Erdhalbm.

8) Aus den Beobachtungen von *Hagek* und *Ursinus* ergiebt sich bei einer Parallaxe von 43′ eine Entfernung des Sternes von der Erdoberfläche im Betrag von . . . . . ½ Erdhalbm.

9) Aus den Beobachtungen des *Landgrafen* und *Busch's* ergiebt

sich bei einer Parallaxe von 15′ eine Entfernung von der Erdoberfläche von . . . . . $\frac{1}{48}$ Erdhalbm.

10) Aus der Beobachtung von *Maurolycus* und *Muñoz* ergiebt sich bei einer Parallaxe von 4° 30′ eine Entfernung von der Erdoberfläche im Betrage von . . . . . $\frac{1}{6}$ Erdhalbm.

11) Die Beobachtungen von *Muñoz* und *Gemma* führen bei einer Parallaxe von 55′ zu einer Entfernung vom Mittelpunkte von etwa 13 Erdhalbm.

12) Aus den Beobachtungen von *Muñoz* und *Ursinus* folgt bei einer Parallaxe von 1° 36′ eine Entfernung vom Erdmittelpunkt von weniger als . . . . . 7 Erdhalbm.

Das sind die zwölf Untersuchungen, welche der Verfasser nach seiner Auswahl unter den, wie er selbst sagt, sehr zahlreichen möglichen Kombinationen der Beobachtungen jener dreizehn Astronomen angestellt hat. Wahrscheinlich sind diese zwölf die günstigsten für den Beweis, den er erbringen möchte.

Sagr. Ich möchte indessen wissen, ob unter den vielen übrigen Untersuchungen, die der Verfasser beiseite gelassen hat, auch solche sich finden, die zu seinen Ungunsten sprechen, aus denen sich also durch Rechnung ergeben würde, dafs der neue Stern oberhalb des Mondes stand, was ich so bei dem ersten Blicke wohl vermuten möchte. Denn, wie ich sehe, weichen diese Ergebnisse derart von einander ab, dafs sie das eine Mal eine vier-, sechs-, zehn-, hundert-, tausend-, fünfzehnhundertfach so grofse Entfernung von der Erdoberfläche liefern als das andere Mal. Ich darf also wohl vermuten, dafs von den nicht behandelten Fällen einer oder der andere für die gegnerische Partei spräche. Ich glaube das um so mehr, als ich jene Astronomen nicht für ungeschickt und ungeübt in den erforderlichen Rechnungsmethoden halte, welche doch wohl nicht etwas so völlig Unbegreifliches sein werden. Es würde mir in der That mehr als wunderbar erscheinen, wenn auf der einen Seite unter diesen zwölf Rechnungen sich welche finden, die den Stern bis auf wenige Miglien der Erde nähern und andere ihn ganz nahe an den Mond hinaufrücken, während sich nicht eine finden sollte, die ihn zu Gunsten der Gegenpartei wenigstens 20 Ellen über die Mondsphäre hinaus versetzte. Noch sonderbarer aber wäre es, wenn alle jene Astronomen so blind gewesen sein sollten, ihren so offen daliegenden Fehler nicht zu bemerken.

Salv. Bereitet Euere Ohren darauf vor, mit unbegrenzter Verwunderung zu vernehmen, zu welch überschwänglichem Zutrauen auf die eigene Autorität und auf fremde Dummheit der Widerspruchsgeist und die Sucht, sich vor anderen hervorzuthun, hinreifsen können. Unter

den vom Autor beiseite gelassenen Rechnungen finden sich welche, die den neuen Stern nicht nur über die Mondsphäre hinausrücken, sondern auch über die Fixsterne hinaus, und nicht etwa wenige, sondern die Mehrzahl derselben führt zu diesem Ergebnisse, wie Ihr auf dem anderen Blatte sehen werdet, worauf ich sie notiert habe.

Sagr. Was sagt nun aber der Verfasser über diese? Hat er sie vielleicht nicht in Erwägung gezogen?

Salv. Er hat es gethan, leider! Er sagt indessen, die Beobachtungen, welche, der Rechnung unterworfen, eine unendlich grofse Entfernung des Sternes ergeben, seien irrig und dürften nicht mit einander kombiniert werden.

Simpl. Das scheint mir denn doch eine schwächliche Ausrede; denn die Gegenpartei kann mit demselben Rechte behaupten, diejenigen seien irrig, auf Grund deren er den Stern in die elementare Sphäre hinabzieht.

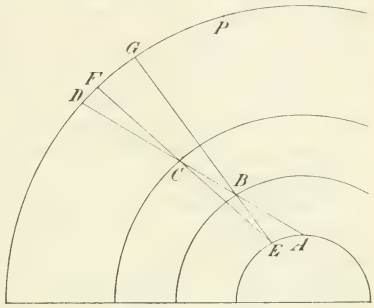
Salv. O, Signore Simplicio, gelänge es mir, Euch den Kunstgriff dieses Autors begreiflich zu machen, wiewohl nicht viel Kunst dabei im Spiele ist, so wollte ich Euer Staunen und Euere Entrüstung wachrufen. Ihr würdet bemerken, wie er seine Einsicht mit dem Schleier Euerer Einfalt und der der übrigen Philosophen von Fach verhüllt und sich in Euere Gunst einschmeicheln will, indem er Euch schön thut und Euere Eitelkeit aufbläht. Dabei thut er, als habe er die armen Schlucker von Astronomen, welche die unangreifbare Unveränderlichkeit des peripatetischen Himmels bekämpft haben, überzeugt und verstummen gemacht, und was noch mehr sagen will, sie verstummen gemacht und überzeugt mittels ihrer eigenen Waffen. Ich werde mir alle Mühe geben, Euch das klar zu machen. Inzwischen bitte ich Signore Sagredo, Euch und mir zu verzeihen, wenn ich ihn etwas langweile, indem ich mit überflüssiger Weitschweifigkeit — überflüssig, meine ich, für seine so rasche Fassungsgabe — versuche das zu enthüllen, was nicht wohlgethan wäre Euch verborgen und unbekannt zu lassen.

Sagr. Ich werde mich nicht nur nicht langweilen, sondern Euere Erörterungen sogar mit Vergnügen hören. O dafs doch alle peripatetischen Philosophen zugegen wären, um einzusehen, welchen Dank sie ihrem Schützer schulden!

Salv. Sagt mir, Signore Simplicio: habt Ihr recht verstanden, warum der neue Stern, wenn er dort gegen Norden im Meridian steht, für jemanden, der von Mittag gegen Mitternacht reist, sich ebenso viel über den Horizont erhebt, wie der Pol, vorausgesetzt dafs der Stern wirklich am Fixsternhimmel steht; warum er hingegen, wenn er

beträchtlich tiefer stände, also der Erde näher, sich rascher zu erheben schiene als selbiger Pol und zwar um so rascher, je näher er steht?

Simpl. Ich glaube das aufs beste verstanden zu haben. Um es Euch zu beweisen, werde ich versuchen, eine mathematische Figur davon zu entwerfen. Auf dem grofsen Kreise hier bezeichne ich den Pol P und auf den beiden kleineren zwei Sterne, welche von dem Punkte A der Erde aus betrachtet werden. Die beiden Sterne sollen B und C heifsen, sie mögen sich in derselben Linie ABC mit A befinden und dem Beschauer vor dem Fixsterne D zu stehen scheinen. Gehe ich nun auf der Erde weiter nach E, so werden wir die beiden Sterne von dem Fixsterne D weg, näher an den Pol P gerückt erscheinen und zwar in höherem Grade der tiefer stehende Stern B, dessen scheinbarer Ort nunmehr in G sein wird, in geringerem Grade hingegen der Stern C, welcher scheinbar nach F rückt. Der Fixstern D hingegen wird dieselbe Entfernung vom Pole behalten.



Salv. Ich sehe, Ihr versteht die Sache vollständig. Ebenso werdet Ihr vermutlich einsehen, dafs, weil der Stern B tiefer steht als C, der Winkel der Sehlinien, die von A und E nach C gehen, also der Winkel ACE, kleiner oder wir können sagen spitzer ist als der in B von den Strahlen AB und BE gebildete Winkel.

Simpl. Die Anschauung zeigt dies aufs deutlichste.

Salv. Da ferner die Erde sehr klein, von fast unmerklicher Gröfse gegenüber dem Firmamente ist, demzufolge also die Strecke AE, welche man auf der Erde zurücklegen kann, nur sehr kurz ist verglichen mit den unermefslich langen Linien EG, EF von der Erde bis zum Firmament, so werdet Ihr einsehen, dafs der Stern C sich von der Erde soweit entfernen, so hoch sich erheben kann, dafs der Winkel der von A und E nach C gezogenen Linie ungemein spitz würde, fast ganz und gar unmerklich und verschwindend.

Simpl. Auch das verstehe ich vollkommen.

Salv. Nun müfst Ihr wissen, Signore Simplicio, dafs die Astronomen und Mathematiker mit Hilfe der Geometrie und der Arithmetik unfehlbare Regeln entdeckt haben, um aus der Gröfse dieser Winkel

B und C und ihrer Differenzen in Verbindung mit der bekannten Entfernung des Punktes A von E bis auf eine Spanne genau die Entfernung der Himmelskörper zu ermitteln, immer jedoch ist dazu erforderlich, dafs besagte Entfernung und Winkel richtig festgestellt sind.

Simpl. Wenn also die geometrischen und arithmetischen Regeln richtig sind, so müssen alle Fehler und Irrtümer, welche man bei Ermittelung der Entfernung von neuen Sternen, Kometen und dergleichen mehr begeht, auf der unrichtigen Messung der Entfernung AE und der Winkel B, C beruhen. Es beruhen daher auch alle Verschiedenheiten, welche bei jenen zwölf Rechnungen zu Tage treten, nicht auf Mängeln der Rechenregeln, sondern auf Irrtümern bei der Feststellung gedachter Winkel und Entfernungen mittels der Beobachtungsinstrumente.

Salv. So ist es, auch ergiebt sich daraus keine Schwierigkeit. Ihr müfst nun genau darauf achten, wie bei Entfernung des Sternes von B nach C, welche eine fortwährende Verkleinerung des Winkels nach sich zieht, der Strahl EBG sich beständig von dem Strahle ABD unterhalb des Winkels entfernt. Ihr seht dies an der Linie ECF, deren unteres Stück EC von dem Stücke AC weiter entfernt ist als EB. Niemals aber kann der Fall eintreten, dafs bei noch so grofser Entfernung die Linien AD und EF sich vollständig von einander trennen, da sie schliefslich an dem Sterne einander treffen müssen. Höchstens könnte man sagen, dafs sie sich trennten und einander parallel würden, sobald die Entfernung unendlich grofs wäre, ein Fall, der unmöglich eintreten kann. Da aber, merkt wohl, die Entfernung des Firmaments im Vergleich zu der geringen Gröfse der Erde, wie gesagt, als unendlich grofs betrachtet wird, darum läfst sich der Winkel der von A und E nach einem Fixstern gezogenen Strahlen als verschwindend ansehen und besagte Strahlen selbst als parallele Linien. Daher darf man erst dann behaupten, der neue Stern habe am Firmament gestanden, wenn aus dem Vergleich der an verschiedenen Orten gemachten Beobachtungen sich rechnungsmäfsig die Unmerklichkeit besagten Winkels und der Parallelismus der Strahlen ergiebt. Ist aber der Winkel von merklicher Gröfse, so mufs notwendig der neue Stern tiefer als die Fixsterne gestanden haben, ja selbst tiefer als der Mond, sobald der Winkel ABE gröfser ausfallen sollte als der entsprechende Winkel im Mittelpunkte des Mondes.

Simpl. Die Entfernung des Mondes ist also nicht so grofs, dafs bei ihm ein derartiger Winkel sich der Wahrnehmung entziehen würde?

Salv. O nein, er ist nicht nur beim Monde, sondern sogar bei der Sonne merklich.

Simpl. Wenn die Sache so liegt, dann kann ja auch möglicherweise dieser Winkel bei dem neuen Sterne wahrnehmbar sein, ohne dafs er tiefer als die Sonne oder gar als der Mond stünde.

Salv. Allerdings ist das möglich und im vorliegenden Falle ist es wirklich so, wie Ihr seiner Zeit sehen werdet. Ich will nur zuvor den Weg Euch derart ebenen, dafs Ihr, wiewohl unbekannt mit astronomischen Rechnungen, democh einsehen und mit Händen greifen könnt, wie der Verfasser weit mehr das Ziel verfolgt den Peripatetikern zu Gefallen zu schreiben, dies und jenes zu beschönigen und zu vertuschen, als aufrichtig die nackte Wahrheit zu erforschen. Lafst uns darum weiter fortfahren. Nach den bisherigen Auseinandersetzungen werdet Ihr, wie ich glaube, vollständig begreifen, dafs die Entfernung des neuen Sternes keinesfalls so unermefslich grofs sein kann, dafs der öfters genannte Winkel völlig verschwindet und die beiden Gesichtslinien der Beobachter in A und E parallel werden. Demgemäfs seht Ihr auch ein, dafs, wenn die Rechnung auf Grund der Beobachtungen besagten Winkel völlig gleich Null oder die Linien als wirklich parallel ergiebt, die Beobachtungen sicherlich mit einem, wenn auch minimalen Fehler behaftet sein müssen. Sollte aber die Rechnung gar zu dem Ergebnis führen, dafs dieselben Linien sich nicht nur bis zur Äquidistanz d. h. bis zum Parallelismus von einander trennten, sondern noch über diese Grenze hinaus und in der Höhe weiter von einander entfernt waren als unten, so mufs man ohne weiteres schliefsen, die Beobachtungen seien nicht genau genug angestellt, ja sie seien geradezu fehlerhaft, da sie zu einer offenbar unmöglichen Schlufsfolgerung führen. — Ferner müfst Ihr mir glauben und als zweifellose Wahrheit annehmen, dafs zwei gerade Linien, welche von zwei auf einer anderen Geraden liegenden Punkten ausgehen, sich nach oben zu weiter von einander entfernen, sobald die beiden zwischen ihnen und der dritten enthaltenen Winkel zusammen gröfser sind als zwei Rechte; dafs hingegen die Linien parallel sind, sobald sie gerade zwei Rechte betragen; dafs endlich, sobald sie kleiner als zwei Rechte sind, die Linien konvergieren und verlängert unzweifelhaft ein Dreieck einschliefsen würden.

Simpl. Ohne Euch Glauben schenken zu müssen, weifs ich das. Ich bin nicht so bar geometrischer Kenntnisse, dafs ich nicht einen Lehrsatz kennte, den ich tausendmal im Aristoteles zu lesen Gelegenheit hatte, den Lehrsatz nämlich, dafs die drei Winkel jedes Dreiecks zusammen zwei Rechte betragen. Wenn ich also in meiner Figur das Dreieck ABE vornehme unter der Voraussetzung, dafs EA eine Gerade wäre, so sehe ich sehr wohl ein, wieso seine drei Winkel A, E, B

zusammen zwei Rechte sind und folglich die beiden Winkel E und A allein um den Betrag des Winkels B kleiner als zwei Rechte. Entferne ich also die beiden Linien AB, EB von einander, während ich sie jedoch in den Punkten A und E festhalte, bis der nach B zu von ihnen eingeschlossene Winkel verschwindet, so werden die beiden unteren gleich zwei Rechten und die Linien schliefslich einander parallel geworden sein. Wollte man dann noch fortfahren sie von einander zu entfernen, so würden die Winkel bei E und A zusammen gröfser als zwei Rechte werden.

Salv. Ihr seid ein zweiter Archimedes und habt mich weiterer Worte überhoben, um Euch zu erklären, dafs die Beobachtungen ohne weiteres irrig sein müssen, sobald aus ihnen folgt, die Winkel A und und E seien zusammen gröfser als zwei Rechte. Das ist es, was ich Euch so gerne vollkommen begreiflich gemacht hätte und was ich befürchtete nicht so erklären zu können, dafs es ein zünftiger Philosoph der peripatetischen Schule völlig klar einsähe. Gehen wir nun über zu dem, was noch übrig bleibt. Ich knüpfe wieder an das an, was Ihr mir vor kurzem zugegeben habt, dafs der Stern nämlich nicht an mehreren Orten zugleich, sondern nur an einem einzigen sich hat befinden können. Sobald also die auf die Beobachtungen der Astronomen begründeten Rechnungen ihn nicht an dieselbe Stelle versetzen, mufs bei den Beobachtungen notwendig ein Irrtum begangen sein, sei es bei der Bestimmung der Polhöhen oder bei der Bestimmung der Sternhöhen, kurz bei der oder jener Operation. Da nun von den vielen Untersuchungen, die aus der Kombination je zweier Beobachtungen entspringen, nur ganz wenige den Stern an dieselbe Stelle versetzen, so können demnach nur diese wenigen fehlerfrei sein, alle anderen hingegen sind unbedingt irrig.

Sagr. Man mufs also diesen wenigen allein mehr Glauben schenken als allen anderen zusammen. Da nun, wie Ihr sagt, nur wenige übereinstimmen und ich unter jenen zwölfen zweie sehe, welche die Entfernung des Sternes zu vier Erdhalbmessern bemessen, nämlich die fünfte und sechste, so spricht also die gröfsere Wahrscheinlichkeit für die elementare und nicht für die himmlische Natur des neuen Sternes.

Salv. So ist es nicht. Denn wenn Ihr genau zuseht, so steht da nicht geschrieben, die Entfernung habe genau, sondern etwa vier Erdhalbmesser betragen. Gleichwohl werdet Ihr sehen, dafs diese beiden Entfernungen unter einander um viele hundert Miglien verschieden waren. Hier habe ich sie: Ihr seht die fünfte, welche einen Betrag von 13389 Miglien hat, übertrifft die sechste, welche sich auf 13100 Miglien beläuft, um fast 300 Miglien.

Sagr. Welches sind dann also die wenigen Ergebnisse, welche übereinstimmend den Stern an dieselbe Stelle versetzen?

Salv. Unglücklicherweise für den Verfasser sind es gerade fünf Resultate, die sämtlich den Stern ans Firmament versetzen, wie Ihr aus jener zweiten Aufstellung erkennen werdet, wo ich viele andere Kombinationen aufzähle. Ich will indessen dem Autor mehr zugestehen, als er vielleicht verlangen würde, nämlich dafs ganz einfach bei jeder Kombination von Beobachtungen irgend ein Irrtum unterläuft. Dies ist nach meiner Ansicht ganz und gar unvermeidlich, denn es bedarf für je ein Ergebnis vier verschiedener Beobachtungen, nämlich der Bestimmung von je zwei Polhöhen und zwei Sternhöhen, die von verschiedenen Beobachtern an verschiedenen Orten und mit verschiedenen Instrumenten angestellt werden. Jeder, der einige Kenntnis von derlei Verrichtungen hat, wird zugeben, dafs bei diesen vier Aufnahmen unmöglich jeder Fehler auszuschliefsen ist, namentlich wenn man bedenkt, dafs bei der Aufnahme einer einzigen Polhöhe mittels eines und desselben Instrumentes, an einem und demselben Orte und durch einen und denselben Beobachter, welcher seine Beobachtung tausendmal hat wiederholen können, gleichwohl ein Schwanken um einige, ja häufig auch um viele Minuten vorkommt, wie Ihr aus verschiedenen Stellen eben dieses Buches entnehmen könnt. Alles dies in Betracht gezogen, frage ich Euch, Signore Simplicio, ob nach Euerer Meinung der Verfasser die dreizehn Beobachter als kluge, verständige, in der Handhabung solcher Instrumente geschickte Leute ansieht, oder sie für täppisch und unerfahren hält.

Astronomische Instrumente können leicht fehlerhafte Ergebnisse liefern

Simpl. Er mufs sie durchaus für vorsichtige und verständige Leute ansehen; er hätte ja sonst, wenn er sie untauglich zu solcher Verrichtung erachtete, sein eigenes Buch als belanglos ungeschrieben lassen können, da es sich auf völlig irrige Voraussetzungen gründen würde. Auch die Leser würde der Verfasser als gar zu einfältig betrachten, wenn er glaubte, sie durch die Ungeschicklichkeit solcher Leute für seine falsche Behauptung gewinnen zu können.

Salv. Da nun die Beobachter fähige Leute sind und trotzdem geirrt haben, da also ihre Irrtümer verbesserungsbedürftig sind, wenn anders aus ihren Beobachtungen soviel Aufklärung als möglich gewonnen werden soll, so ist es angemessen, möglichst kleine und naheliegende Verbesserungen und Korrekturen anzubringen, vorausgesetzt, dafs sie ausreichen, die Beobachtungen aus dem Bereich der Unmöglichkeit in das der Möglichkeit zu rücken. Wenn sich z. B. ein offenkundiger Irrtum, eine bare Unmöglichkeit bei einer Beobachtung durch Hinzufügung oder Wegnahme von zwei bis drei Minuten beseitigen und

diese durch eine solche Korrektur sich ins Bereich der Möglichkeit rücken läfst, so darf man sie nicht durch Hinzufügung oder Wegnahme von 15, 20 oder 50 Minuten richtig stellen wollen.

Simpl. Der Verfasser wird dem wohl schwerlich widersprechen; denn zugegeben, dafs es sich um urteilsfähige, erfahrene Männer handelt, so mufs man ihnen eher einen geringfügigen als einen groben Fehler zutrauen.

Salv. Merkt jetzt weiter auf. Von den Stellen, die sich dem neuen Sterne anweisen lassen, sind einige offenbar unmöglich, andere möglich. Durchaus unmöglich ist es, dafs er unendlich weit über den Fixsternen stand, denn eine solche Lage giebt es überhaupt nicht in der Welt, und hätte der Stern dort gestanden, so wäre er für uns unsichtbar gewesen. Ebenso unmöglich ist es, dafs er sich dicht über die Erdoberfläche hin bewegte, und erst recht unmöglich, dafs er sich innerhalb der Erdkugel befand. Mögliche Orte sind die, um welche die Streitfrage sich dreht; denn es widerstrebt unserem Verstande nicht, dafs ein sichtbares Objekt vom Ansehen eines Sternes ebenso wohl über als unter dem Monde sich befinden kann. Wenn man nun mittels Beobachtung und Rechnung mit dem Grade von Gewifsheit, wie er Menschenkräften erreichbar ist, zu erforschen sucht, welches in der That seine Stelle gewesen sei, so zeigt sich, dafs die meisten dieser Rechnungen ihn mehr als unendlich weit über das Firmament setzen, andere ihn ganz nahe an die Erdoberfläche heranrücken, einige sogar unter die Erdoberfläche; von den übrigen Rechnungen, welche ihn an nicht unmögliche Orte versetzen, stimmen keine mit einander überein; man mufs also notgedrungen zugeben, dafs sämtliche Beobachtungen fehlerhaft sind. Soll nun gleichwohl so viele Mühe nicht vergeblich gewesen sein, so mufs man seine Zuflucht zu Korrektionen nehmen, indem man an allen Beobachtungen Verbesserungen anbringt.

Simpl. Der Verfasser aber wird sagen, dafs diejenigen Beobachtungen, welche den Stern an unmögliche Stellen versetzen, überhaupt keine Berücksichtigung erfahren dürfen, da sie unendlich fehlerhaft und irrig sind; blofs diejenigen seien annehmbar, welche ihn an mögliche Orte versetzten; nur unter diesen habe man zu wählen, um an der Hand der wahrscheinlichsten und zahlreichsten Übereinstimmungen, wo nicht den genau richtigen Ort, d. h. die wirkliche Entfernung vom Erdmittelpunkt, zu ermitteln, so doch wenigstens zu entscheiden, ob der Stern in der elementaren oder himmlischen Sphäre stand.

Salv. Die Erwägungen, die Ihr jetzt eben anstellt, sind genau dieselben, welche der Verfasser zu Gunsten seiner Sache angestellt hat,

aber mit unstatthafter Übervorteilung des Gegners. Es ist das gerade der Hauptpunkt, der mich über die Maſsen das Vertrauen hat anstaunen lassen, welches der Verfasser zu seiner eigenen Autorität und zu der Blindheit und Unachtsamkeit der Astronomen hat. In dem Namen der letzteren werde ich sprechen, vertretet Ihr den Standpunkt des Verfassers. Erstlich frage ich Euch, ob die Astronomen bei den Beobachtungen mittels ihrer Instrumente, z. B. bei der Bestimmung der Höhe eines Sternes über dem Horizonte, von der Wahrheit ebenso wohl nach oben als nach unten abweichen, d. h. ihn irrtümlich in einem Falle für höher halten können, als er wirklich ist, in einem anderen Falle für tiefer. Oder meint Ihr, der Irrtum könne nur von einer Art sein, sodaſs die Beobachter stets nach oben, niemals nach unten hin, oder umgekehrt stets nach unten, niemals nach oben hin irren?

Simpl. Ich zweifle nicht, daſs ein Irrtum nach der einen oder anderen Richtung gleich nahe liegt.

Salv. Ich glaube, der Verfasser würde ebenso antworten. Von diesen zweierlei Fehlern nun, deren sich die Beobachter des neuen Sternes gleich leicht schuldig gemacht haben können, wird der eine, rechnungsmäſsig verwendet, den Stern zu hoch, der andere ihn zu tief setzen. Da wir aber einig darüber sind, daſs alle Beobachtungen mit einem Fehler behaftet sind, aus welchem Grunde will der Verfasser, daſs wir diejenigen als besser mit der Wahrheit übereinstimmend ansehen sollen, die den Stern in unsere Nähe versetzen, als diejenigen, die ihn in übergroſse Ferne verweisen?

Simpl. Soweit ich aus dem Bisherigen ersehen kann, verwirft der Verfasser nicht die Beobachtungen und Rechenergebnisse, welche den Stern in gröſsere Ferne als den Mond, ja selbst als die Sonne versetzen, sondern bloſs die, welche nach Eueren eigenen Worten ihn in mehr als unendlich weite Ferne rücken. Aus demselben Grunde, aus welchem Ihr eine solche Entfernung als unmöglich verwerft, übergeht er die entsprechenden Beobachtungen, da sie von dem Richtigen und Möglichen unendlich weit abweichen müssen. Wenn Ihr also den Verfasser widerlegen wollt, so scheint mir, Ihr müſst genauere oder zahlreichere Beobachtungen oder solche von besseren Beobachtern anführen, welche den Stern in eine so und so groſse Entfernung über den Mond oder die Sonne hinaus versetzen, kurzum an einen Ort, der in den Grenzen des Möglichen liegt, ähnlich wie er diese zwölf Ergebnisse anführt, welche sämtlich den Stern unter den Mond an wirklich in der Welt vorhandene Stellen versetzen, an welchen er auch möglicherweise gestanden haben kann.

Salv. Ja, aber gerade hierin, Signore Simplicio, liegt des Autors und Euere Verkehrtheit, die freilich bei ihm aus anderer Ursache herrührt als bei Euch. Ich entnehme Eueren Worten, dafs Ihr Euch die Vorstellung gebildet habt, die Abweichungen von der Wahrheit in den Ergebnissen, d. h. in der Bestimmung der Entfernung des Sternes, nähmen in demselben Verhältnis zu wie die Beobachtungsfehler bei Benutzung des Instrumentes, und umgekehrt sei aus der Gröfse der Abweichungen ein Rückschlufs auf die Gröfse der Fehler möglich; es müsse also, wenn aus einer solchen Beobachtung eine unendliche Entfernung des Sternes sich ergebe, notwendigerweise der Beobachtungsfehler unendlich grofs und darum unverbesserlich gewesen sein, die Beobachtung mithin keine Berücksichtigung verdienen. Die Sache liegt aber ganz anders, mein lieber Signore Simplicio. Dafs Ihr nicht verstanden habt, wie es damit steht, entschuldige ich gerne mit der Euch mangelnden Übung in solchen Verrichtungen. Aber nicht mit der gleichen Schonung kann ich den Irrtum des Verfassers behandeln: er verschweigt seine Kenntnis der Sachlage, die wir nach seiner Überzeugung nicht zu durchschauen vermögen und lebt der Hoffnung, unsere Unwissenheit mifsbrauchen zu können, um seiner Lehre bei der Menge der Unverständigen gröfseren Credit zu verschaffen. Zur Kenntnisnahme also für alle, welche mehr leichtgläubig als sachverständig sind, und um Euch Eueren Irrtum zu benehmen, vernehmt: es kann vorkommen und wird sogar meistens der Fall sein, dafs aus einer Beobachtung, die Euch beispielshalber den Stern in die Entfernung des Saturn rückt, durch Vermehrung oder Verminderung der aufgenommenen Sternhöhe um nur eine einzige Minute eine solche hervorgeht, die ihn in unendliche Ferne versetzt, aus einer möglichen also eine unmögliche. Umgekehrt, die Rechnungen, die auf Grund solcher Beobachtungen Euch den Stern in unendliche Ferne rücken, können häufig durch Hinzufügung oder Wegnahme einer einzigen Minute ihn in eine mögliche Lage versetzen. Was ich hier von einer Minute sage, kann auch schon bei einer Korrektion von der Hälfte, von dem sechsten Teile einer Minute und von noch weniger eintreten. Nun prägt Euch wohl ein, dafs bei den gröfsten Entfernungen, wie z. B. bei der des Saturn oder bei der der Fixsterne, die geringsten Beobachtungsfehler beim Gebrauch des Instrumentes, die bestimmte, mögliche Lage in eine unendliche, unmögliche verwandeln. Anders verhält es sich mit den sublunarischen und den geringeren Entfernungen von der Erde; bei diesen kann es geschehen, dafs aus einer Beobachtung die Entfernung des Sternes sich z. B. zu vier Erdhalbmessern herausstellt und bei Hinzufügung oder Wegnahme nicht

nur einer Minute, sondern von zehn, hundert und noch mehr Minuten gleichwohl die Rechnung keine unendliche Entfernung ergiebt, nicht einmal eine den Mond übertreffende. Ihr ersieht daraus, dafs die Gröfse der Beobachtungsfehler sich nicht nach dem Rechenergebnis beurteilen läfst, sondern nur nach der wirklichen Anzahl der Grade und Minuten, die am Instrumente abgelesen werden. Diejenigen Beobachtungen sind die richtigeren oder minder fehlerhaften zu nennen, die nach Hinzufügung oder Subtraktion der geringsten Minutenanzahl den Stern an eine mögliche Stelle versetzen. Unter den möglichen Orten wird man dann denjenigen für den wahren ansehen müssen, in dessen Nähe die Mehrheit der auf Grund der richtigsten Beobachtungen angestellten Rechnungen den Stern rücken.

Simpl. Ich verstehe nicht recht, was Ihr da sagt, und kann nicht ohne weiteres begreifen, wieso bei den gröfsten Entfernungen möglicherweise eine bedeutendere Abweichung von der Wahrheit durch einen Fehler von einer Minute verursacht wird, als bei den kleinen Entfernungen durch einen solchen von zehn oder hundert Minuten; und doch möchte ich das gerne verstehen.

Salv. Wenn nicht theoretisch, so werdet Ihr es doch praktisch ersehen aus der kurzen von mir angefertigten Übersicht aller Kombinationen und eines Teils der vom Verfasser weggelassenen Rechnungen, die ich ausgeführt und auf dasselbe Blatt geschrieben habe.

Sagr. Ihr müfst demnach seit gestern, in Zeit von nicht mehr als achtzehn Stunden, immerzu nur gerechnet haben, ohne durch Speise und Schlaf Euch zu erholen.

Salv. Ich habe gegessen und geschlafen, aber solche Rechnungen erledige ich sehr rasch. Offen gestanden habe ich mich nicht wenig gewundert, dafs der Verfasser so weitschweifig ist und so viele für das vorliegende Problem nicht gerade notwendige Berechnungen einflicht. Zu völliger Klarlegung desselben und um bequem einsehen zu können, wie aus den vom Verfasser benutzten astronomischen Beobachtungen mit viel gröfserer Wahrscheinlichkeit sich ergiebt, dafs der neue Stern weiter entfernt gewesen ist als der Mond und alle Planeten, und unter den Fixsternen oder noch höher gestanden hat, habe ich auf dieses Blatt alle vom Verfasser aufgeführten Beobachtungen abgeschrieben, welche von dreizehn Astronomen herrühren. Ihr findet da die Polhöhen und die Höhen des Sternes beim Durchgang durch den Meridian, sowohl die kleinsten unterhalb des Poles wie die gröfsten oberhalb desselben, aufgezeichnet: es sind folgende[11]):

	Polhöhe	Gröfste Sternhöhe	Kleinste Sternhöhe
Tycho	55° 58′	84° 0′	27° 57′ So in seiner ersten Schrift, in der späteren 27° 45′
Hainzel	48° 22′	— —	20° 9′ 40″
		76° 34′	20° 9′ 30″
		76° 33′ 45″	20° 9′ 20″
		76° 35′	
Peucer und Schuler	51° 54′	79° 56′	23° 33′
Landgraf	51° 18′	79° 30′	23° 3′
Camerarius	52° 24′	80° 30′	24° 28′
		80° 27′	24° 20′
		80° 26′	24° 17′
Hagek	48° 22′	— —	20° 15′
Ursinus	49° 24′	79°	22°
Muñoz	39° 30′	67° 30′	11° 30′
Maurolycus	38° 30′	62°	— —
Gemma	50° 50′	79° 45′	— —
Busch	51° 10′	79° 20′	22° 40′
Reinhold	51° 18′	79° 30′	23° 2′

Um nun eine Vorstellung von meinem ganzen Beweisverfahren zu bekommen, können wir von nachstehenden fünf Rechnungen ausgehen, welche der Verfasser übergangen hat, wahrscheinlich weil sie gegen ihn sprechen, insofern sie den Stern um viele Erdhalbmesser über den Mond hinausrücken. Die erste derselben beruht auf den Beobachtungen des *Landgrafen von Hessen* und denen *Tychos*, zweier ausgezeichneter Beobachter, wie der Verfasser selbst zugiebt. Bei diesem ersten Beispiel will ich das Verfahren angeben, welches bei der Rechnung einzuhalten ist: dieses kann Euch dann in allen übrigen Fällen zur Richtschnur dienen, da sie sich nach derselben Regel erledigen lassen und sich nur in den Daten unterscheiden, d. h. in der Anzahl der Grade der Polhöhen und der Höhen des neuen Sternes über dem Horizonte. Gesucht wird das Verhältnis der Entfernung vom Erdmittelpunkt zu dem Halbmesser der Erdkugel, dessen absolute Gröfse in Miglien hier nichts zur Sache thut. Diese letztere Gröfse, sowie die Entfernung der Beobachtungsorte von einander in Miglien aufzulösen, wie es der Verfasser thut, heifst Mühe und Zeit vergeuden. Ich weifs nicht, weshalb er es gethan hat, umsoweniger, als er schliefslich die gefundene Miglienzahl wieder in Erdhalbmesser zurückverwandelt.

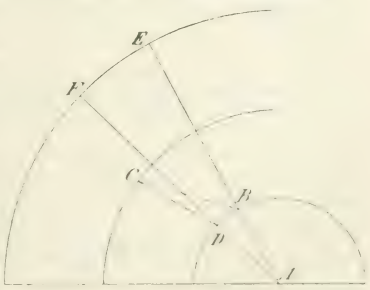
Simpl. Vielleicht thut er es, um mit diesem kleineren Mafsstabe und dessen Bruchteilen die Entfernung des Sternes bis auf vier Zoll genau zu finden. Wir gewöhnlichen Leute nämlich, die wir von Eueren arithmetischen Regeln nichts verstehen, sind starr vor Staunen, wenn wir das Ergebnis hören und etwa lesen: also war der Komet oder der neue Stern vom Erdmittelpunkt dreihundertdreiundsiebenzig-

tausendachthundertundsieben ganze Miglien und noch zweihundertundelf Viertausendsiebenundneunzigstel Miglien — in Ziffern $373\,807\frac{211}{4097}$ — entfernt. Aus dieser ungemeinen Genauigkeit, mit der noch diese winzigen Bruchteile angegeben werden, folgern wir dann, dafs Ihr Euch unmöglich schliefslich um hundert Miglien irren könnt, während Ihr bis auf einen Zoll genau gerechnet habt.

Salv. Dieser Euer Entschuldigungsgrund wäre annehmbar, wenn bei einer Entfernung von Tausenden von Miglien auf eine Elle mehr oder weniger etwas ankäme und wenn die Voraussetzungen, die wir als richtig zu Grunde legen, so sicher feststünden, dafs wir imstande wären aus ihnen schliefslich eine völlig unbezweifelbare Wahrheit abzuleiten. Nun seht Ihr aber bei den zwölf Ergebnissen des Verfassers die Entfernungen des Sternes von einander, und mithin von der Wahrheit, um viele Hunderte und Tausende von Miglien abweichen. Wenn ich also mehr als gewifs bin, dafs das Gesuchte notwendig von der Wahrheit um Hunderte von Miglien abweichen mufs, wozu bei der Rechnung mich abquälen aus Angst, auch nur um Zolleslänge zu irren? — Aber kommen wir endlich zu dem Verfahren selbst, welches ich in folgender Weise bewerkstellige. *Tycho* beobachtete den Stern, wie aus der Tabelle hervorgeht, unter einer Polhöhe von 55° 58′, die Polhöhe des *Landgrafen* war 51° 18′; die Höhe des Sterns im Meridian war von *Tycho* gefunden zu 27° 45′, vom *Landgrafen* zu 23° 3′. Diese Höhen sind nachstehend, wie Ihr seht, verzeichnet.

Tycho:	Polhöhe	55° 58′	Sternhöhe	27° 45′
Landgraf:	„	51° 18′	„	23° 3′
Nach Subtraktion d. kleineren Höhen von den gröfseren verbleiben die Differenzen		4° 40′		4° 42′
		Parallaxe 2′		

Dabei ist die Differenz der Polhöhen von 4° 40′ um 2′ kleiner als die Differenz der Sternhöhen, welche 4° 42′ beträgt; also beläuft sich die parallaktische Differenz auf 2′. Nachdem dies ermittelt ist, betrachte ich dieselbe Figur wie der Verfasser, nämlich nachstehende, bei welcher B den Ort des *Landgrafen*, D den Ort



Tychos. C den Ort des Sterns, A den Erdmittelpunkt, ABE die Zenithlinie des *Landgrafen*, ADF die *Tychos* bedeuten soll, der Winkel BCD endlich die Parallaxe. Da nun der Winkel BAD, der von den Zenithlinien eingeschlossen wird, gleich der Differenz der Polhöhen ist, so wird er 4° 40′ betragen; ich notiere das hier;

Winkel BAD 4° 40′ Seine Sehne: ′8142
„ BDF 92° 20′ (den Erdradius AB zu 100000 Teilen angenommen.)
„ BDC 154° 45′ } Sinus: 42657
„ BCD 0° 2′ } 58

58 42657 8142
8142
85314
170628
42657
341256
59
58 3473 13294
571
5

aus der Tabelle der Bogen und Sehnen[12]) entnehme ich die zugehörige Sehne und notiere sie daneben, sie beträgt 8142 Teile, wenn der Halbmesser AB zu 100000 Teilen angenommen wird. Sodann finde ich leicht den Winkel BDC; denn die Hälfte des Winkels BAD, welche 2° 20′ beträgt, zu einem Rechten addiert, ergiebt den Winkel BDF zu 92° 20′. Zu diesem fügen wir den Winkel CDF, also die Zenithdistanz des Sternes bei seiner unteren Kulmination, welche hier 62° 15′ beträgt, und erhalten so den Winkel BDC zu 154° 45′; diesen notiere ich gleichfalls nebst seinem der Tafel entnommenen Sinus, welcher 42657 beträgt; darunter schreibe ich den Betrag der Parallaxe 0° 2′ nebst dem zugehörigen Sinus 58. Weil nun in dem Dreieck BCD die Seite DB zur Seite BC sich verhält wie der Sinus des gegenüberliegenden Winkels BCD zu dem Sinus des Winkels BDC, so wäre mithin die Linie BC gleich 42657, wenn die Linie BD gleich 58 wäre. Nun ist aber die Sehne DB gleich 8142 solcher Teile, deren der Radius BA 100000 enthält. Da wir zu ermitteln suchen, wieviel solcher Teile BC enthält, so haben wir also nach der Regula aurea zu sagen: Wenn BD gleich 58, so ist BC gleich 42657; wenn also BD gleich 8142, wie grofs ist BC? Ich habe demnach die zweite Gröfse mit der dritten zu multiplizieren und erhalte 347313294, und dieses mit der ersten, nämlich mit 58 zu dividieren; der Quotient giebt alsdann an, wieviel solcher Teile die Linie BC enthält, wie deren der Halbmesser AB 100000 enthält. Um dann zu ermitteln,

wie viele Erdhalbmesser BA dieselbe Linie BC enthält, muſs man abermals den gefundenen Quotienten durch 100 000 dividieren, wodurch wir erfahren, wieviele Erdhalbmesser BC enthält. Die Zahl 347 313 294, dividiert durch 58, ergiebt nun aber $5988160\frac{1}{4}$, wie Ihr aus der nachstehenden Rechnung ersieht:

$$\begin{array}{r} 5988160\frac{1}{4} \\ 58 \;\; 347313294 \\ \quad 5717941 \\ \quad\quad 54\;3 \end{array}$$

Dieses durch 100 000 dividiert liefert uns $59\frac{88160}{100000}$

$$1(00\,000 \mid 59(88160.$$

Wir können aber die Operation wesentlich abkürzen, wenn wir das erstgefundene Resultat 347 313 294 gleich durch das Produkt von 58 und 100 000 teilen, nämlich:

$$\begin{array}{r} \quad\quad 59 \\ 58(00000 \mid 3473(13294 \\ \quad\quad 571 \\ \quad\quad\quad 5 \end{array}$$

und wir erhalten wiederum $59\frac{11}{58}\frac{3}{0}\frac{2}{0}\frac{9}{0}\frac{4}{0}$. Soviele Erdhalbmesser sind in der Linie BC enthalten; fügt man dazu einen wegen der Linie AB, so werden wir nahezu 61 Halbmesser für die gebrochene Linie ABC finden, und demnach wird die gerade Entfernung des Centrums A bis zum Stern C mehr als 60 Halbmesser betragen. Es stellt sich also heraus, daſs dieser um mehr als 27 Erdradien nach Ptolemäus, und um mehr als 8 Erdradien nach Kopernikus weiter entfernt gewesen ist als der Mond, vorausgesetzt, daſs die Entfernung des Mondes vom Erdmittelpunkt nach Kopernikus 52 Erdradien beträgt, wie der Verfasser angiebt.

Auf ganz ähnliche Weise finde ich aus den Beobachtungen von *Camerarius* und *Muñoz*[19]), daſs der Stern in annähernd derselben Entfernung, nämlich gleichfalls von mehr als 60 Erdhalbmessern, sich befunden hat. Nachstehend die Beobachtungen und darauf folgend die Rechnung:

Camerarius:	Polhöhe	52°	24′		Sternhöhe	24°	28′
Muñoz:	„	39°	30′		„	11°	30′
	Differenzen der Polhöhen	12°	54′		Differenzen der Sternhöhen	12°	58′
						12°	54′
	Parallaxe oder Winkel BCD					0°	4′
	Winkel BAD	12°	54′;	seine Sehne:		22466	
	„ BDC	161°	59′	Sinus:		30930	
	„ BCD	0°	4′			116	

Regula aurea:

```
        22466
116   30930   22466
      673980
     202194
    67398
     59 . . . Entfernung BC gleich 59
116 | 6948(73380  Erdhalbm. beinahe 60.
     1144
      10
```

Die nachstehende Rechnung beruht auf den beiden Beobachtungen von *Tycho* und *Muñoz*; aus ihnen ergiebt sich, dafs der Stern von dem Erdmittelpunkte mehr als 478 Erdhalbmesser entfernt gewesen.

Tycho:	Polhöhe	55° 58′	Sternhöhe	84°	0′
Muñoz:	„	39° 30′	„	67°	30′
Differenzen der Polhöhen		16° 28′	Differenzen der Sternhöhen	16°	30′
				16°	28′
Parallaxe oder Winkel *BCD*				0°	2′

Winkel *BAD*	16° 28′;	seine Sehne:	28640
„ *BDC*	104° 14′	Sinus:	96930
„ *BCD*	0° 2′		58

Regula aurea:

```
58   96930   28640
      28640
     3877200
    58158
   77544
  19386
     478
58 27760(75200
    4506
     53
```

Die folgende Untersuchung ergiebt die Entfernung des Sternes vom Mittelpunkte zu mehr als 358 Halbmessern:

Peucer:	Polhöhe	51° 54′	Sternhöhe	79°	56′
Muñoz:	„	39° 30′	„	67°	30′
		12° 24′		12°	26′
				12°	24′
				0°	2′

Winkel *BAD*	12° 24′;	Sehne:	21600
„ *BDC*	106° 16′	Sinus:	95996
„ *BCD*	0° 2′		58

Regula aurea:

58 95996 21600
21600
57597600
95996
191992
357
58 | 20735(13600
3339
42

Aus der nächsten Rechnung findet sich die Entfernung des Sternes vom Mittelpunkte zu mehr als 716 Halbmessern.

Landgraf: Polhöhe 51° 18′ Sternhöhe 79° 30′
Hainzel: „ 48° 22′ „ 76° 33′ 45″
2° 56′ 2° 56′ 15″
2° 56′
0° 0′ 15″

Winkel BAD 2° 56′ Sehne 5120
„ BDC 101° 58′ } Sinus: 97845″
„ BCD 0° 0′ 15″ } 7

Regula aurea:

7 97845 5120
5120
1956900
97845
489225
715
7 5009(66400
134

Dies sind, wie Ihr seht, fünf Ergebnisse, welche den Stern weit über den Mond hinausrücken. Dabei bitte ich Euch, den Umstand zu beachten, auf welchen ich kurz zuvor hingewiesen habe: dafs nämlich bei grofsen Entfernungen eine Änderung oder, besser gesagt, eine Korrektion von ganz wenigen Minuten den Ort des Sternes um die gewaltigsten Strecken verschiebt. Wenn z. B. bei der ersten Rechnung, wo sich die Parallaxe zu zwei Minuten und die Entfernung des Sternes zu 60 Erdhalbmessern ergab, jemand behaupten wollte, derselbe stünde am Firmamente, so hätte er an den Beobachtungen nur eine Korrektion von noch nicht 2 Minuten anzubringen; alsdann nämlich hört die Parallaxe ganz auf oder wird doch so klein, dafs der Stern sich in unermefslicher Entfernung befunden haben müfste, wie eine solche nach allgemeinem Zugeständnis das Firmament besitzt. Bei der zweiten Untersuchung bewirkt eine Änderung von 4 Minuten das nämliche; im dritten und vierten Falle verursacht wie im ersten eine Korrektion

von blofs 2 Minuten, dafs der Stern bis über die Fixsterne entrückt wird; in dem letzten Beispiele endlich liefert uns schon der vierte Teil einer Minute, nämlich 15 Sekunden, ein gleiches Ergebnis. So wird es hingegen bei den sublunarischen Entfernungen nicht aussehen, denn stellt Euch nur irgendwelche ganz beliebige Entfernung vor und versucht die vom Verfasser angestellten Rechnungen derart zu korrigieren und abzuändern, dafs sie alle diese nämliche Entfernung ergeben; Ihr werdet sehen, wie viel gröfsere Korrektionen dann anzubringen sind.

Sagr. Es wird nichts schaden, wenn wir, um völlige Aufklärung zu erlangen, ein Beispiel für diese Euere Behauptung behandeln.

Salv. Nehmt Ihr doch nach Euerem Gutdünken irgendwelche bestimmte sublunarische Entfernung des Sternes an; wir werden uns ohne grofsen Müheaufwand vergewissern können, ob solche Korrektionen, wie sie ausreichend waren, um ihn unter die Fixsterne zu versetzen, ihn auch an den von Euch angenommenen Ort zu bringen vermögen.

Sagr. Um eine für den Verfasser möglichst günstige Entfernung zu nehmen, wollen wir von seinen zwölf Ergebnissen das gröfste wählen: denn wenn er den entgegengesetzten Standpunkt einnimmt wie die Astronomen, indem diese den Stern über den Mond, jener hingegen ihn unterhalb desselben annimmt, so braucht er nur nachzuweisen, dafs der Stern ein ganz klein wenig tiefer stand und hat damit den Sieg gewonnen.

Salv. Wir nehmen also die siebente Untersuchung zum Ausgangspunkt, welche auf den Beobachtungen von *Tycho* und *Thaddäus Hagek* beruht, und derzufolge der Stern um 32 Erdhalbmesser vom Centrum entfernt ist. Diese Lage ist für ihn die günstigste, und, um ihm jeden Vorteil einzuräumen, wollen wir den Stern an den vom Standpunkt der Astronomen aus ungünstigsten Ort versetzen, nämlich noch über das Firmament. Dies vorausgesetzt, untersuchen wir nunmehr, welche Korrektionen bei seinen elf anderen Rechnungen anzubringen sind, um den Stern bis in eine Höhe von 32 Erdhalbmessern zu rücken.[15]) Wir beginnen mit der ersten, welche auf den Beobachtungen von *Hainzel* und *Maurolycus* beruht. Hier findet der Verfasser die Entfernung vom Centrum zu ungefähr 3 Halbmessern bei einer Parallaxe von $4^0\ 42'\ 30''$. Sehen wir nun, ob durch eine Verkleinerung dieser letzteren auf blofs $20'$ der Stern bis zur Höhe von 32 Erdhalbmessern sich entfernt. Hier habt Ihr die Rechnung, kurz und gut: ich multipliziere den Sinus des Winkels BDC mit der Sehne BD und teile das Ergebnis, nachdem ich die 5 letzten Ziffern

abgeschnitten habe, durch den Sinus der Parallaxe; es ergiebt sich eine Entfernung von $28\frac{1}{2}$ Halbmessern. Der Stern rückt also nicht

Hainzel:	Polhöhe	48°	22′	Sternhöhe	76°	34′	30″
Maurolycus:	„	38°	30′	„	62°		
		9°	52′		14°	34′	30″
					9°	52′	
				Parallaxe . .	4°	42′	30″

Winkel	BAD	9°	52′	Sehne:	17200
„	BDC	108°	21′ 30″	Sinus:	94910
„	ACD	0°	20′		582

94910
17200
18982000
66437
9491
28
582 | 16324(52000
4688
2

einmal durch eine Korrektion von 4° 22′ 30″, die von 4° 42′ 30″ in Abzug gebracht worden ist, in eine Höhe von 32 Erdhalbmessern. Diese Korrektion beträgt — ich füge das für Signore Simplicio bei — $262\frac{1}{2}$ Minuten.

Bei der zweiten Rechnung[16]), die sich auf die Beobachtungen von *Hainzel* und *Schuler* stützt, ergiebt sich für die Entfernung des Sternes bei einer Parallaxe von 0° 8′ 30″ ungefähr ein Betrag von 25 Erdhalbmessern, wie aus der nachstehenden Rechnung hervorgeht. Ver-

BD	Sehne:	6166	97987
BDC	Sinus:	97987	6166
BCD		247	587922
			587922
			97987
			587922
			24
		247	6041(87842
			1103
			11

ringert man nun die Parallaxe von 0° 8′ 30″ auf 7′, sodafs der Sinus 204 beträgt, so vergröfsert sich die Entfernung des Sternes auf etwa 30 Halbmesser; eine Korrektion von 1′ 30″ ist also nicht ausreichend.

29
204 | 6041(87842
1965
12

Sehen wir nun, welcher Korrektion es für die dritte Untersuchung bedarf[17]), welche sich auf die Beobachtungen von *Hainzel* und *Tycho* stützt und eine Entfernung des Sternes von etwa 19 Halbmessern liefert bei einer Parallaxe von 10′. Die gewöhnlichen Winkel, Sinus und die Sehne, wie der Verfasser sie angiebt, sind die nachstehenden und ergeben — in Übereinstimmung mit der Rechnung des Verfassers — die Entfernung des Sternes zu etwa 19 Halbmessern. Um also

Winkel	*B A D*	7° 36′;	Sehne:	13254	
„	*B D C*	155° 52′	Sinus:	40886	
„	*B C D*	0° 10′	„	291	
		13254			
		40886			
		79524			
		106032			
		106032			
		53016			
		18			30
	291	5419 (03044		175	5419
		2501			16
		18			

den Stern in größere Höhe zu bringen, muſs man die Parallaxe verringern, der Regel gemäſs, die der Verfasser selbst bei der neunten Untersuchung befolgt. Nehmen wir deswegen an, die Parallaxe betrage 6′, deren Sinus gleich 175 ist; auch dann noch ergeben sich nach Ausführung der Division weniger als 31 Halbmesser für die Entfernung des Sternes.

Die Korrektion von 4′ ist also für den Zweck des Autors noch nicht ausreichend.

Wir behandeln die vierte[18]) und die folgenden Rechnungen nach denselben Regeln und mit Benutzung der vom Verfasser selbst gebrauchten Werte der Sehnen und der Sinus. Hier beträgt die Parallaxe 14′ und die gefundene Entfernung weniger als 10 Halbmesser. Verringert man die Parallaxe von 14′ auf 4′, so steigert sich die Entfernung jedenfalls noch nicht auf 31 Halbmesser, wie Ihr seht; mit-

B D	Sehne:	8142		43235	
B D C	Sinus:	43235		8142	
B C D	„	407		86470	
				172940	
				43235	
				345880	
				30	
			116	3520 (19370	
				4	

hin ist die Korrektion von 10′ an einem Betrage von 14′ noch nicht genügend.

Bei der fünften Rechnung[19]) des Verfassers haben Sinus und Sehne die nachstehend angegebenen Werte. Die Parallaxe beträgt 42′ 30″, wodurch der Stern eine Entfernung von etwa 4 Halbmessern erhält. Verbessert man die Parallaxe, indem man sie von 42′ 30″ auf 5′ reduziert, so bewirkt dies nur eine Vergrößerung der Entfernung bis zu noch nicht 28 Halbmessern, die Verbesserung um 37′ 30″ ist also zu gering.

B D	Sehne:	4034	97998
B D C	Sinus:	97998	4034
B C D	„	1236	391992
			293994
			391992
			27
		145	3953 (23932
			1058
			3

Bei der sechsten Rechnung[20]) finden nachstehende Werte der Sinus und der Parallaxe statt, und die Entfernung des Sterns ergiebt sich zu 4 Halbmessern. Wir wollen sehen, welche Änderung bewirkt wird, wenn man die Parallaxe von 8′ auf eine einzige Minute herabdrückt. Hier die Rechnung, welche nur eine Entfernung von etwa 27 Halbmessern für den Stern ergiebt; die Korrektion von 7′ an einem Betrage von 8′ ist also noch nicht ausreichend.

B D	Sehne:	1920	40248
B D C	Sinus:	40248	1920
B C D 8′	„	233	804960
			362232
			40248
			26
		29	772 (76160
			198
			1

Bei der achten Rechnung[21]) sind Sehne, Sinus und Parallaxe die nachstehend verzeichneten. Daraus berechnet der Verfasser die Höhe des Sternes zu $1\frac{1}{2}$ Halbmessern bei einer Parallaxe von 43′; reduziert man diese bis auf 1′, so ergiebt sie gleichwohl eine Entfernung von weniger als 24 Halbmessern, die Korrektion von 42′ ist also nicht genügend.

B D	Sehne:	1804	36643
B D C	Sinus:	36643	1804
B C D	„	29	146572
			293144
			36643
			22
			29 661(03972
			83
			2

Betrachten wir jetzt die neunte. Nachstehend die Sehne, die Sinus und die Parallaxe, welch letztere 15′ beträgt. Daraus berechnet der Verfasser die Entfernung des Sternes von der Erdoberfläche auf weniger als ein Achtundvierzigstel des Erdhalbmessers. Dies ist jedoch ein Rechenfehler, denn in Wirklichkeit ergiebt sich, wie wir gleich sehen werden, mehr als ein Fünftel. Ihr seht, es ergeben sich $\frac{90}{436}$, welches mehr als ein Fünftel ist.

B D	Sehne:	232	39046
B D C	Sinus:	39046	232
B C D	„	436	78092
			117138
			78092
			436 | 90 58672

Was sodann der Verfasser bei dieser Gelegenheit noch weiter in Betreff der Korrektion der Beobachtungen bemerkt, es helfe nicht einmal etwas, wenn man die Parallaxe bis auf eine, ja bis auf den achten Teil einer Minute herabdrücke, so hat das seine Richtigkeit. Aber ich erwidere, daſs nicht einmal durch Reduktion der Parallaxe auf den zehnten Teil einer Minute der Stern in die Entfernung von 32 Halbmessern gerückt wird. Denn der Sinus des zehnten Teiles einer Minute oder von 6″ ist 3. Wenn wir daher bei unserem Verfahren mit 3 in 90 dividieren oder, besser gesagt, mit 300 000 in 9058672, so erhalten wir $30\frac{58672}{100000}$ d. h. ein wenig mehr als $30\frac{1}{2}$ Halbmesser.[22])

Die zehnte Rechnung ergiebt ein Fünftel des Erdhalbmessers als Entfernung des Sternes bei folgenden Werten der Sehne, der Sinus

B D		Sehne:	1746	1746
B D C		Sinus:	92050	92050
B C D	4° 30′	„	7846	87300
				3492
				15714
				27
				58 | 1607(19300
				441
				4

und der Parallaxe. Letztere hat eine Gröfse von $4^0\ 30'$ und versetzt den Stern, selbst bei einer Reduktion bis auf $2'$ noch nicht in die Entfernung von 29 Halbmessern.

Die elfte Untersuchung liefert dem Verfasser eine Entfernung von 13 Halbmessern bei einer Parallaxe von $55'$; sehen wir, in welche Höhe der Stern gelangt durch Reduktion der Parallaxe auf $20'$. Die nachstehende Rechnung ergiebt in diesem Falle etwas weniger als 33 Halbmesser, die Korrektion beträgt also etwas weniger als $35'$ auf $55'$.

BD	Sehne: 19748		96166
BDC	Sinus: 96166		19748
BCD $0^0\ 55'$	„ 1600		769328
			384664
			673162
			865494
			96166
			32
		582	18990 (86168
			1536
			36

Die zwölfte Rechnung[23]) versetzt den Stern bei einer Parallaxe von $1^0\ 36'$ in eine Höhe von weniger als 7 Halbmessern. Vermindert man den Wert der Parallaxe bis auf $20'$, so rückt der Stern in eine Entfernung von weniger als 30 Halbmessern. Es genügt also eine Korrektion von $1^0\ 16'$ noch nicht.

BDC	Sehne: 17258		17258
BD	Sinus: 96150		96150
BCD $1^0\ 36'$	„ 2792		862900
			17258
			103548
			155322
			28
		582	16593 (56700
			4957
			29

Aus umstehender Tabelle ersieht man, dafs, um den Stern in eine Höhe von 32 Halbmessern zu bringen, die Summe 836 der Parallaxen um 756 vermindert und auf 80 reduziert werden mufs; ja eine solche Korrektion genügt noch nicht einmal.

Hieraus ersieht man, wie ich hier notiert habe, dafs der Verfasser den wahren Ort des neuen Sternes nur dann in eine Entfernung von 32 Halbmessern versetzen kann, wenn er bei seinen übrigen

Tabelle der Verbesserungen, welche an den Parallaxen der zehn Rechnungen des Verfassers anzubringen sind, um den Stern in eine Entfernung von 32 Halbmessern zu rücken.

°	′	″		°	′	″
4	22	30	an	4	42	30
	4		„		10	
	10		„		14	
	37		„		42	30
	7		„		8	
	42		„		43	
	14	30	„		15	
4	28		„	4	30	
	35		„		55	
1	16		„	1	36	
	216				296	60
	540				540	9
	756				836	540

zehn Untersuchungen — ich sage zehn, weil wegen des grofsen Ergebnisses bei der zweiten dort nur eine Korrektion von zwei Minuten nötig ist — einen Abzug im Betrage von mehr als 756′ an den Parallaxen zur Erzielung der Übereinstimmung sich anzubringen entschliefst. Bei den fünf von mir berechneten Ergebnissen hingegen genügt eine Korrektion von blofs $10\frac{1}{4}$′, um ihn an das Firmament zu versetzen.

Nehmt nun noch fünf weitere Rechnungen hinzu, welche den Stern genau ans Firmament versetzen, ohne dafs irgendwelche Korrektion nötig wäre, so haben wir zehn übereinstimmende Ergebnisse, die ihn bei einer Korrektion an fünfen derselben im Betrage von nur $10\frac{1}{4}$′ ans Firmament versetzen, während es bei den zehn übrigen des Verfassers, um ihn in eine Höhe von 32 Halbmessern zu bringen, einer Korrektion von 756′ auf 836′ bedarf; d. h. man mufs von der Summe 836 einen Abzug von 756 machen, um den Stern bis in die Entfernung von 32 Halbmessern zu bringen und diese Korrektion ist noch nicht einmal genügend.

Die Rechnungen nun, welche unmittelbar ohne weitere Korrektion keine Parallaxe für den Stern ergeben und ihn daher ans Firmament und sogar in dessen weit entfernteste Teile versetzen, kurzum in die Entfernung des Poles selbst, sind die fünf hier verzeichneten.

Camerarius:	Polhöhe	52°	24′	Sternhöhe 80°	26′
Peucer:	„	51°	54′	„ 79°	56′
		0°	30′	0°	30′
Landgraf:	„	51°	18′	„ 79°	30′
Hainzel:	„	48°	22′	„ 76°	34′
		2°	56′	2°	56′

Tycho:	Polhöhe	55°	58′	Sternhöhe	84°		
Peucer:	„	51°	54′	„	79°	56′	
		4°	4′		4°	4′	
Reinhold:	„	51°	18′	„	79°	30′	
Hainzel:	„	48°	22′	„	76°	34′	
		2°	56′		2°	56′	
Camerarius:	„	52°	24′	„	24°	17′	
Hagek:	„	48°	22′	„	20°	15′	
		4°	2′		4°	2′	

Übrigens giebt es unter den möglichen paarweisen Verbindungen sämtlicher verschiedener Beobachtungen eine Überzahl von etwa 30 Paaren, welche den Stern in unendlich weite Ferne versetzen gegenüber solchen, welche rechnerisch verwendet ihn unter den Mond herabziehen. Da nun unserer Übereinkunft gemäfs doch anzunehmen ist, dafs die Beobachter eher wenig als viel geirrt haben, da es ferner klar ist, dafs die Beobachtungen, welche den Stern in unendlich weite Ferne versetzen, bei der Reduktion zunächst und unter Anwendung geringerer Abänderungen ihn ans Firmament, nicht aber unter den Mond herabziehen, so sprechen alle diese eher für die Meinung derer, die ihn in die Sphäre der Fixsterne setzen. Hierzu nehmt noch, dafs die Korrektionen zu diesem letzteren Behufe weit kleiner sind als diejenigen, durch welche der Stern aus einer unwahrscheinlichen Nähe in eine für jenen Autor günstigere Entfernung versetzt werden kann, wie aus den durchgenommenen Beispielen ersichtlich wird. Unter diesen unmöglichen Ergebnissen befinden sich dreie, welche die Entfernung vom Erdmittelpunkt zu weniger als einem Halbmesser veranschlagen, ihn also gewissermafsen unter der Erde seine Drehung vollziehen lassen; es sind das diejenigen Kombinationen, bei welchen die Polhöhe des einen Beobachters gröfser ist als die des anderen, hingegen die von jenem gefundene Sternhöhe kleiner als die des zweiten.[21]) Solche Kombinationen sind die nachstehend verzeichneten. Die erste ist die Kombination *Landgraf-Gemma*; hier ist die Polhöhe des *Landgrafen* im Betrage von 51° 18′ gröfser als die *Gemmas*, welche 50° 50′ beträgt, die Sternhöhe des *Landgrafen* hingegen von 79° 30′ ist kleiner als die *Gemmas*, welche nur 79° 45′ beträgt.

Landgraf:	Polhöhe	51°	18′	Sternhöhe	79°	30′	
Gemma	„	50°	50′	„	79°	45′	

Die beiden anderen sind diese:

Busch:	Polhöhe	51°	10′	Sternhöhe	79°	20′	
Gemma:	„	50°	50′	„	79°	45′	
Reinhold:	„	51°	18′	„	79°	30′	
Gemma:	„	50°	50′	„	79°	45′	

Aus dem bisher Gezeigten könnt Ihr entnehmen, wie ungünstig diese erste Methode zur Bestimmung der Entfernung des Sternes und zum Beweise seiner sublunarischen Natur für die Sache des Verfassers, der sie anwendet, ausfällt und um wieviel wahrscheinlicher und evidenter sich daraus ergiebt, dafs er so weit entfernt wie die entlegensten Fixsterne gestanden habe.

Simpl. Soweit scheint mir die geringe Beweiskraft der Schlüsse des Autors sehr deutlich dargethan zu sein; allein, wie ich sehe, ist alles das auf wenigen Blättern seines Buches abgethan, möglicherweise wären doch seine anderen Gründe schlagender als diese ersten.

Salv. Sie können im Gegenteile nur noch bedeutungsloser sein, wenn uns die besprochenen als Mafsstab für die übrigen dienen sollen. Denn die Unsicherheit und geringe Beweiskraft von jenen schreibt sich offenbar her von den Fehlern, die bei den Beobachtungen mittels der Instrumente gemacht wurden; die Pol- und Sternhöhen, welche diese ergaben, wurden für zuverlässig gehalten, während sie in Wirklichkeit leicht sämtlich irrig sein mögen. Und doch haben die Astronomen, um die Polhöhen zu bestimmen, Jahrhunderte in aller Mufse zur Verfügung gehabt; die Höhen bei der Kulmination des Sternes ferner, welche sehr scharf hervortreten und wegen ihrer geringen Änderung innerhalb einer kurzen Zeit dem Beobachter einigen Spielraum zur Fortsetzung der Beobachtung gönnen, sind viel leichter zu beobachten, während die Höhen aufserhalb des Meridians sich rascher ändern. Ist dies so — und es ist zuverlässig so — wie wollen wir uns dann auf die Rechnungen verlassen, die sich gründen auf zahlreichere und schwierigere Beobachtungen von rascher veränderlichen Objekten und obendrein unter Anwendung unbequemerer und fehlerhafterer Instrumente? Ich habe einen flüchtigen Blick auf die folgenden Beweise geworfen; danach beziehen sich die Rechnungen auf die Sternhöhen, die in verschiedenen Vertikalkreisen oder, mit arabischem Ausdruck, in verschiedenen Azimuten aufgenommen worden sind. Bei diesen Beobachtungen wendet man Instrumente an, die nicht nur in vertikalen Kreisen beweglich sind, sondern gleichzeitig auch horizontal sich drehen lassen. Man mufs also in demselben Augenblicke, wo man die Höhe aufnimmt, die Entfernung des Vertikalkreises, in welchem der Stern sich befindet, vom Meridian beobachtet haben. Überdies ist es erforderlich, diese Operation nach geraumer Zeit zu wiederholen und über die inzwischen verstrichene Zeit sich genau Rechenschaft zu geben, wobei man sich entweder auf Uhren verlassen mufs oder auf andere Sternbeobachtungen. Einen solchen Haufen von Beobachtungen vergleicht der Verfasser nun mit einem ähnlichen, der von einem anderen Beobachter, in einem

anderen Lande, mittels anderer Instrumente und zu anderer Zeit angestellt worden ist; daraus sucht er dann zu ermitteln, welches die Sternhöhen und die horizontalen Abstände zur Zeit und Stunde jener ersten Beobachtungen gewesen sind. Auf dieser Grundlage baut er dann seine weitere Rechnung auf. Ich stelle es Euerem Urteil anheim, ob den auf diesem Wege gewonnenen Ergebnissen Glauben zu schenken ist. Gleichwohl zweifle ich nicht, dafs, wollte jemand sich mit diesen entsetzlich weitläufigen Rechnungen abquälen, mehr Resultate zu Gunsten der Gegner als zu Gunsten des Autors sich ergeben würden, ebenso wie dies bei den vorigen der Fall war. Ich glaube jedoch, es lohnt sich nicht der Mühe, uns um einer Sache willen, die nicht unseren Hauptgegenstand ausmacht, einer solchen Arbeit zu unterziehen.

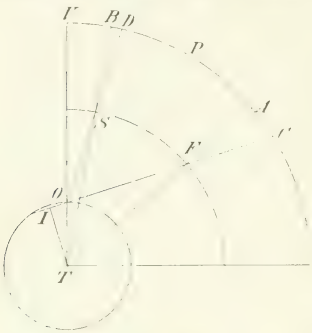
Sagr. Hier bin ich Euerer Meinung; wenn aber andererseits diese Frage soviel Unklares und Unsicheres hat, wenn sie durch Irrtümer so verdunkelt ist, woraufhin haben so viele Astronomen zuversichtlich und hartnäckig behauptet, der neue Stern habe eine ungemein grofse Entfernung besessen?

Salv. Auf Grund von zweierlei höchst einfachen, leicht anzustellenden und sicher richtigen Beobachtungen. Schon eine derselben wäre mehr als genügend, um uns zu überzeugen, dafs er am Firmamente oder doch weit höher als der Mond gestanden hat. Die eine Beobachtung ist die, dafs seine Entfernungen vom Pole in der oberen und unteren Kulmination gleich oder doch sehr wenig verschieden waren. Die andere bezieht sich darauf, dafs er beständig den nämlichen Abstand von einigen benachbarten Fixsternen beibehalten hat, speciell vom 11ten Stern der Kassiopeja[25]), der nur etwa $1\frac{1}{2}^0$ von ihm entfernt stand. Aus diesen beiden Thatsachen ergiebt sich unzweifelhaft entweder der absolute Mangel einer Parallaxe oder ein so geringfügiger Betrag derselben, dafs wir uns durch die einfachsten Rechnungen von seiner grofsen Entfernung von der Erde überzeugen können.

Sagr. Aber hat denn der Verfasser diese Thatsachen nicht auch gekannt und gewürdigt? und wenn er sie bemerkt hat, was hat er dagegen zu erwidern?

Salv. Wenn jemand für seine Fehler und Irrtümer keine rechte Ausrede weifs und zu den nichtssagendsten Entschuldigungen seine Zuflucht nimmt, so pflegen wir zu sagen: er klammert sich an Taue, die in der Luft schweben. Der Verfasser aber — Ihr werdet es deutlich erkennen, wenn Ihr die beiden eben angedeuteten Umstände ins Auge fafst — klammert sich gar an ein paar Spinnwebfäden. Was nun erstens aus den einzelnen Polabständen der Beobachter sich ent-

nehmen läfst, habe ich in den folgenden kurzen Rechnungen notiert. Zum vollen Verständnis derselben mufs ich Euch zunächst darauf aufmerksam machen, dafs jedesmal, wo ein neuer Stern oder sonst eine an der täglichen Drehung beteiligte Himmelserscheinung in der Nähe der Erde sich befindet, diese beim unteren Durchgang durch den Meridian weiter vom Pole abzustehen scheint als beim oberen, wie aus der Figur leicht hervorgeht. Hier bedeutet Punkt T das Centrum der Erde, O den Ort des Beobachters, der Bogen VPC das Firmament, P den Pol. Wenn die fragliche Himmelserscheinung sich in dem Kreise FS bewegt, so erblickt man sie bald unter dem Pol in der Linie OFC, bald über demselben in der Linie OSD, sodafs die scheinbaren Örter am Himmel D und C sind; die wahren hingegen, bezogen auf den Erdmittelpunkt T, sind B und A und diese sind vom Pole gleichweit entfernt: hieraus ist schon offenbar, dafs der scheinbare Ort des Phänomens S, nämlich der Punkt D, dem Pole näher liegt als der andere scheinbare C, welcher dem Strahle OFC entspricht. Das ist das erste, was zu merken ist. Zweitens müfst Ihr Euch merken, dafs die Differenz zwischen dem scheinbaren unteren und dem scheinbaren oberen Polabstand gröfser ist als die untere Parallaxe des Phänomens, d. h. der Überschufs des Bogens CP (des scheinbaren unteren Abstandes über den Bogen PD (den scheinbaren oberen Abstand) gröfser ist als der Bogen CA (die untere Parallaxe). Der Beweis ist leicht: es übertrifft nämlich der Bogen CP den Bogen PD um ein gröfseres Stück, als er den Bogen PB übertrifft, da letzterer gröfser ist als PD. Nun ist aber PB gleich PA und der Überschufs von CP über PA ist der Bogen CA; also ist der Überschufs des Bogens CP über PD gröfser als CA, d. h. gröfser als die Parallaxe der in F befindlichen Himmelserscheinung; was zu beweisen war. — Um nun dem Verfasser alle Vorteile einzuräumen, wollen wir voraussetzen, die Parallaxe des in F befindlichen Sternes sei gleich dem ganzen Überschufs des Bogens CP (also des unteren Polabstandes) über den Bogen PD (also den oberen Polabstand). Ich gehe jetzt über zu der Prüfung dessen, was sich aus dem gesamten vom Autor benutzten Beobachtungsmaterial schliefsen läfst. Es befindet sich nicht eine einzige Beobachtung darunter, welche nicht zu seinen Ungunsten



spräche und nicht im Widerspruch mit seiner Behauptung stünde. Machen wir den Anfang mit den Beobachtungen von *Busch*[26]), welcher den oberen Polabstand zu $28^{0}\ 10'$, den unteren zu $28^{0}\ 30'$ fand. Der Überschufs beträgt $20'$, den wir — zum Vorteil des Verfassers — in seinem vollen Betrage als die Parallaxe des Sternes F betrachten wollen, d. h. als Gröfse des Winkels TFO; der Vertikalabstand, d. h. der Bogen CV, beträgt dann $67'\ 20^{0}$. Nachdem diese beiden Gröfsen ermittelt sind, fälle man auf die Verlängerung der Linie CO das Lot TJ. Wir betrachten das Dreieck TOJ, dessen Winkel bei J ein rechter ist; der Winkel JOT ist bekannt, denn er ist der Scheitelwinkel des Vertikalabstandes VOC des Sternes. In dem gleichfalls rechtwinkligen Dreieck TJF ist der Winkel F gleich der gefundenen Parallaxe und somit bekannt. Man notiere also die Gröfse der beiden Winkel JOT und JFT und nehme die ihnen entsprechenden Sinus, wie Ihr sie nachstehend verzeichnet seht. In dem Dreieck JOT beträgt der Sinus TJ 92 276 solcher Teile, wie deren der Sinustotus 100 000 enthält[27]); ebenso ist in dem Dreieck JFT der Sinus TJ so grofs wie 582 solcher Teile, deren der Sinustotus TF 100 000 enthält. Um nun zu finden, wie viele solcher Teile TF enthält, wie deren TO 100 000 enthält, sagen wir nach der Regula aurea: wenn TJ gleich 582 ist, so ist TF gleich 100 000; wenn aber TJ gleich 92 276, wie grofs würde TF sein? Wir multiplizieren 92 276 mit 100 000 und erhalten 9 227 600 000; dies ist dann durch 582 zu dividieren, man erhält, wie Ihr seht 15 854 982. Soviel Teile werden demnach in TF enthalten sein, wenn TO deren 100 000 enthält; wollen wir also wissen, wievielmal gröfser TF als TO, so werden wir 15854982 durch 100 000 teilen und bekommen annähernd $158\frac{1}{2}$. Um soviele Erdhalbmesser wird der Stern F vom Mittelpunkte der Erde entfernt sein. Statt erst 92 276 mit 100 000, dann mit 582 zu multiplizieren und nachher mit 100 000 zu dividieren, können wir zur Abkürzung die Multiplikation mit 100 000 sparen und blofs den Sinus 92 276 durch den Sinus 582 dividieren. Wir erhalten dann dasselbe Ergebnis, wie Ihr nachstehend seht, wo 92 276 durch 582 dividiert ebenfalls etwa $158\frac{1}{2}$ liefert. Behalten wir also im Gedächtnis, dafs die blofse Division des Sinus TJ, betrachtet als Sinus des Winkels TOJ, durch den Sinus TJ, betrachtet als Sinus des Winkels JFT, uns die gesuchte Entfernung ergiebt, ausgedrückt in Halbmessern TO.

Winkel	JOT	62° 20′	Sinus: 92276		15854982
„	JFT	0° 20′	„ 582	582	9227600000
TJ	TF		TJ	TF	3407002246
582	100000		92276	*	49297867
					325414
				100000	158(54982
					158
				582	92276
					34070
					492
					3

Seht nunmehr, welches Resultat die Beobachtungen *Peucers* ergeben; seine untere Poldistanz beträgt 28° 21′, die obere 28° 2′, die Differenz 0° 19′ und der Zenithabstand 66° 27′. Aus diesen Daten ergiebt sich die Entfernung des Sternes vom Centrum zu etwa 166 Halbmessern.

Winkel	JOT	66° 27′	Sinus: 91672		$165\frac{2}{3}\frac{7}{3}$
„	JFT	0° 19′	„ 553	553	91672
					36397
					312
					4

Es folgen die Beobachtungen *Tychos*, von welchen wir die für den Gegner günstigsten benutzen[2]): als untere Poldistanz 28° 13′, als obere 28° 2′, als Parallaxe die ganze Differenz im Betrag von 0° 11′, als Vertikalabstand 62° 15′. Nachstehend die Rechnung, welche die Entfernung des Sternes vom Mittelpunkt zu $276\frac{0}{16}$ Halbmessern ergiebt.

Winkel	JOT	62° 15′	Sinus: 88500		$276\frac{0}{16}$
„	JFT	0° 11′	„ 320	320	88500
					2418
					21

Die nächste Beobachtung, diejenige *Reinholds*, ergiebt die Entfernung des Sterns vom Mittelpunkt zu 793 Halbmessern.

Winkel	JOT	66° 58′	Sinus: 92026		$793\frac{8}{116}$
„	JFT	0° 4′	„ 116	116	92026
					10888
					33

Aus der folgenden Beobachtung des *Landgrafen* berechnet sich die Entfernung des Sternes vom Mittelpunkt zu 1057 Halbmessern.

Winkel	JOT	66° 57′	Sinus: 92012		$1057\frac{3}{8}\frac{2}{7}$
„	JFT	0° 3′	„ 87	87	92012
					5663
					5

Wählt man von den Beobachtungen des *Camerarius* die zwei für den Verfasser günstigsten aus, so ergiebt sich die Entfernung des Sternes vom Mittelpunkt zu 3143 Halbmessern.

Winkel JOT	65° 43′	Sinus: 91152			3143
„ JFT	0° 1′	„ 29		29	91152
					4295
					1

Die Beobachtung von *Muñoz* ergiebt keine Parallaxe und versetzt daher den neuen Stern zu den weitest entfernten Fixsternen; die von *Hainzel* ergiebt eine unendlich weite Entfernung, aber mittels einer Korrektion von einer halben Minute gelangt man wieder zu einer Fixsternentfernung; dasselbe geschieht auch auf Grund der Beobachtungen von *Ursinus* nach einer Korrektion von 12 Minuten. Von den übrigen Astronomen liegen keine doppelten Beobachtungen der Polabstände vor, sodafs sich aus ihnen nichts schliefsen läfst; Ihr seht, wie sämtliche Beobachtungen übereinstimmend zu Ungunsten des Verfassers den Stern in die höchsten Himmelsregionen versetzen.

Sagr. Was entgegnet er nun zur Wahrung seines Standpunktes auf so offen daliegende Widersprüche?

Salv. Das sind eben die Spinnwebfäden, von denen ich sprach. Er sagt, die Parallaxen würden durch die Refraktion scheinbar vermindert, sodafs in umgekehrtem Verhältnis die Erscheinung in eine höhere Region versetzt werde, während die richtigen Werte eine geringere Entfernung im Gefolge hätten.[20]) Wieviel diese elende Ausflucht wert ist, entnehmt aus der Thatsache, dafs die neuerdings von einigen Astronomen eingeführte Gröfse der Refraktion höchstens eine scheinbare Erhebung von 3′ über den Horizont bei einem Phänomen verursachen kann, welches ohnehin eine Höhe von 23 oder 24 Grad besitzt, dafs demnach die Parallaxe höchstens um drei Minuten durch sie vermindert werden kann. Diese Modifikation ist aber viel zu gering, um den Stern bis unter den Mond herabzuziehen und ist in einigen Fällen sogar weniger als der Vorteil, den wir dem Gegner dadurch einräumten, dafs wir die ganze Differenz zwischen dem unteren und oberen Polabstand als Parallaxe ansahen. Dieser Vorteil ist etwas viel Klareres und Greifbareres als die Wirkung der Refraktion, über deren Gröfse ich meine Bedenken hege und zwar nicht ohne Grund. Aber noch mehr, ich frage den Verfasser, ob nach seiner Ansicht die Astronomen, deren Beobachtungen er benutzt, Kenntnis von der Thatsache der Refraktion besafsen und sie in Betracht zogen, oder nicht. War sie ihnen bekannt und fand sie Berücksichtigung, so ist doch anzu-

nehmen, dafs sie dieselbe in Rechnung zogen und als wahre Sternhöhe erst den Betrag bezeichneten, welcher nach den wegen der Refraktion notwendigen Abzügen an den durch unmittelbare Beobachtung gefundenen Werten sich ergab. Die von ihnen bekannt gegebenen Distanzen werden also die korrigierten, richtigen gewesen sein und nicht die scheinbaren und falschen. Glaubt er aber, besagte Schriftsteller hätten die genannten Refraktionen nicht in Betracht gezogen, so mufs er zugeben, dafs sie alle diejenigen Gröfsen, welche nur bei Berücksichtigung der Refraktion sich genau ermitteln lassen, falsch bestimmt haben müssen. Dahin gehört aber auch die Ermittlung der Polhöhen, welche in der Regel durch Aufnahme der beiden Kulminationshöhen eines nicht untergehenden Sternes bestimmt werden; diese Höhen werden durch die Strahlenbrechung genau in derselben Weise abgeändert, wie die des neuen Sternes, sodafs die auf diese Weise ausgeführte Bestimmung der Polhöhe ebenfalls fehlerhaft ausfällt und zwar an demselben Fehler leiden wird, welchen der Verfasser an der Bestimmung der Sternhöhen rügt: sie werden beide mit dem gleichen Fehler höher geschätzt, als sie in Wirklichkeit sind. Was nun aber die vorliegende Frage angeht, so thut hier ein derartiger Irrtum nichts zur Sache. Da wir nämlich nur den Unterschied zwischen den beiden Polabständen des neuen Sternes zu wissen brauchen in den beiden Zeitpunkten des oberen und unteren Meridiandurchgangs, so werden augenscheinlich diese beiden Entfernungen dieselben sein, ob nun Pol- und Sternhöhe durch die Refraktion mit einem Fehler behaftet sein mögen, oder ob beide um den Betrag der Refraktion korrigiert sind. Das Argument des Verfassers wäre nur dann einigermafsen von Belang, wiewohl in sehr geringem Mafse, wenn er uns versichert hätte, dafs die Polhöhe genau und um den Betrag der Refraktion korrigiert angegeben wäre, während bei Angabe der Höhen des neuen Sternes die Astronomen vor dem gleichen Fehler sich nicht gehütet hätten. Er hat uns das aber nicht versichert und konnte es wahrscheinlich nicht thun und am allerwahrscheinlichsten ist diese Vorsicht von den Beobachtern aufser Acht gelassen worden.

Sagr. Ich halte diesen Einwand für mehr als zur Genüge widerlegt. Sagt mir deswegen, wie er sich mit der Thatsache abfindet, dafs der neue Stern stets seine Entfernung von den benachbarten Fixsternen beibehielt.

Salv. Es sind zwei noch dünnere Fäden, an die er sich hier klammert. Einmal hält er sich auch hier wieder an die Refraktion, aber mit noch viel weniger Grund: er sagt nämlich nur, die Refraktion, weil sie die wahre Lage des neuen Sternes verändere und zwar

höher erscheinen lasse, bewirke, dafs die Entfernungen desselben von den benachbarten Fixsternen anders erschienen, als sie in Wirklichkeit seien und daher sich nicht sicher feststellen liefsen. Ich kann mich nicht genug über dies sein Gebahren wundern; er thut, als bemerke er nicht, dafs die nämliche Refraktion in derselben Weise auf den neuen Stern wie auf seinen alten Nachbarn wirkt, dafs sie beide um den gleichen Betrag höher erscheinen läfst und demnach an dem Intervalle zwischen beiden nichts ändert. — Die andere Ausflucht ist noch unglücklicher und streift stark ans Lächerliche. Sie gründet sich auf einen Irrtum, der angeblich bei dem Gebrauche des Instruments entstehen kann.[30]) Da nämlich der Beobachter nicht imstande ist den Mittelpunkt der Pupille des Auges in den Mittelpunkt des Sextanten zu bringen — dieses Instrumentes bedient man sich nämlich, um die Entfernung zweier Sterne zu bestimmen — sondern da er gezwungen ist, das Auge oberhalb jenes Mittelpunkts zu halten und zwar um die Entfernung der Pupille von einem gewissen Backenknochen, an welchen der Kopf des Instrumentes angelegt wird, so ist der Winkel, dessen Scheitel am Auge liegt, spitzer als der von den Seiten des Sextanten gebildete. Der Winkel der beiden Gesichtslinien ist auch dann nicht immer derselbe, wenn man zuerst zwei nur wenig über dem Horizont stehende Sterne betrachtet und später diese nämlichen Sterne in gröfserer Höhe. Der Winkel ändere sich, meint er, wenn man das Instrument hebe und dabei den Kopf festhalte; sobald man hingegen beim Heben des Sextanten den Hals rückwärts biege und den Kopf zugleich mit dem Instrument bewege, werde der Winkel dieselbe Gröfse beibehalten. Der Einwand des Verfassers beruht also auf der Annahme, dafs die Beobachter beim Gebrauch des Instrumentes den Kopf unrichtig bewegt haben, was nicht sehr wahrscheinlich ist. Aber angenommen auch, dem wäre so gewesen, so stelle ich Euerem Urteile anheim, wie grofs der Unterschied der Winkel an den Spitzen zweier gleichschenkligen Dreiecke ist, wenn die beiden Schenkel des einen 4 Ellen lang sind und die des anderen 4 Ellen weniger dem Durchmesser eines Linsenkornes; denn gröfser kann unmöglich der Unterschied zwischen den beiden Gesichtslinien sein, wenn die Linie zuerst senkrecht vom Pupillenmittelpunkt auf die Ebene der Sextantenschenkel gefällt ist — die Länge dieser Linie ist höchstens von Daumendicke — und zwischen der Länge derselben Gesichtslinien, wenn jene Linie durch das Heben des Sextanten ohne gleichzeitiges Heben des Kopfes nicht mehr senkrecht auf dieser Ebene steht, sondern nach dem Umfange zu in einem spitzen Winkel zu ihr geneigt ist. Um indessen ein für allemal dem Verfasser diese verunglückten, armseligen

Ausflüchte abzuschneiden, mag er erfahren — denn offenbar hat er nicht viel Übung im Gebrauch der astronomischen Instrumente — dafs an den Schenkeln des Sextanten oder Quadranten zwei Visieröffnungen angebracht sind, eine im Centrum, die andere an dem entgegengesetzten Ende, welche einen Zoll und mehr über die Schenkelebene hervorstehen. Durch die oberen Enden dieser Visieröffnungen geht nun die Gesichtslinie hindurch und man hält das Auge ein bis zwei Spannen und darüber vom Instrumente entfernt. Weder Pupille, noch Backenknochen, noch sonst ein Körperteil berührt das Instrument oder stützt sich darauf. Auch hält oder hebt man dasselbe nicht mit dem Arme, namentlich wenn es eines von den üblichen grofsen Instrumenten ist, welche zehn, hundert, ja tausende von Pfunden wiegen und auf einem höchst soliden Untergestelle ruhen. So fällt demnach der ganze Einwand in nichts zusammen. Dies sind die Ausreden des Verfassers. Wären sie selbst unwiderleglich, so würden sie ihm noch nicht den hundertsten Teil einer Minute einbringen, und doch glaubt er uns einreden zu können, dafs er damit jene Differenz von mehr als 100 Minuten auszugleichen imstande sei. Es hat sich nämlich keine merkliche Verschiedenheit in den Abständen des neuen Sternes von irgend einem Fixsterne während ihres ganzen täglichen Umlaufes nachweisen lassen; hätte jener aber etwa in Mondweite gestanden, so hätte auch das unbewaffnete Auge deutlich eine solche wahrgenommen, namentlich im Vergleich zu dem nur $1\frac{1}{2}$ Grad entfernten 11ten Sterne der Kassiopeja. Der Abstand von diesem hätte sich um mehr als zwei Mondbreiten ändern müssen, wie die intelligenteren Astronomen jener Zeit sehr wohl bemerkten.

Sagr. Ich meine einen unglücklichen Landmann zu sehen, dessen erhoffte Ernte vom Unwetter zu Boden geworfen und zerstört ist: betrübten Antlitzes und niedergeschlagen scharrt er die kärglichen Überbleibsel zusammen, von denen er keinem Floh nur einen Tag lang seinen Hunger stillen könnte.

Salv. Wahrlich, der Verfasser ist mit zu schwacher Rüstung gegen die Feinde ausgezogen, welche die Unveränderlichkeit des Himmels bekämpfen; die Ketten, mit denen er versucht hat, den neuen Stern der Kassiopeja aus den entferntesten Himmelsräumen in tiefere elementare Regionen herabzuziehen, sind gerissen. Da nun meines Bedünkens klar genug der gewaltige Unterschied zwischen der Stichhaltigkeit der Argumente bei den Astronomen und bei ihrem Gegner nachgewiesen worden ist, wird es gut sein diesen Gegenstand fallen zu lassen und uns zu unserem Hauptgegenstande zu wenden. Wir haben uns an die Betrachtung der jährlichen Bewegung zu machen,

welche gewöhnlich der Sonne beigelegt wird, welche aber zuerst von Aristarch aus Samos, später von Kopernikus der Sonne abgesprochen und der Erde zuerkannt worden ist. Ich sehe Signore Simplicio gegen diese Lehre wohlgerüstet in die Schranken treten, vor allem mit dem Schwert und Schilde des „Thesenbüchleins“ oder der „mathematischen Untersuchungen“. Es wird zweckmäfsigerweise mit den Gegengründen dieses Büchleins zu beginnen sein.

Simpl. Ich möchte, wenn es Euch recht ist, diese bis zuletzt aufsparen, wie sie ja auch zuletzt entdeckt worden sind.

Salv. Dann müfst Ihr also, der bisher eingehaltenen Ordnung entsprechend, der Reihe nach sowohl die Gegengründe des Aristoteles als die der anderen alten Schriftsteller vorbringen. Ich will das Nämliche thun, damit nichts zurückbleibt, das nicht aufmerksam erwogen und geprüft worden wäre. Ebenso wird Signore Sagredo mit der ihm eigenen Lebhaftigkeit des Geistes seine Gedanken vorbringen, wie sie ihm im Laufe des Gesprächs wachgerufen werden.

Sagr. Ich werde es mit meinem gewöhnlichen Freimute thun; da Ihr selbst so befehlt, werdet Ihr ihn auch entschuldigen müssen.

Salv. Wir werden Euch für Euere Gunst zu danken und nicht Euch zu entschuldigen haben. Doch beginnt nun, Signore Simplicio, die Bedenken aufzuzählen, die Euch daran hindern zu glauben, dafs die Erde in derselben Weise wie die anderen Planeten sich um einen feststehenden Mittelpunkt drehen kann.

Simpl. Die erste und gröfste Schwierigkeit ist der unverträgliche Widerspruch, der zwischen einer centralen und einer nicht centralen Stellung besteht. Wenn nämlich die Erde sich im Laufe eines Jahres längs der Peripherie eines Kreises, nämlich unter dem Tierkreise hin, bewegt, so kann sie sich unmöglich im Mittelpunkte des Tierkreises befinden. Dafs die Erde aber in besagtem Mittelpunkte steht, ist auf vielfache Weise von Aristoteles, Ptolemäus und anderen bewiesen.

Salv. Ihr schliefst ganz richtig; unzweifelhaft mufs man, um der Erde eine Bewegung längs der Peripherie eines Kreises beilegen zu dürfen, erst beweisen, dafs sie nicht im Centrum dieses Kreises stehe. Demnach haben wir nun zu prüfen, ob die Erde in jenem Mittelpunkte sich befinde oder nicht; ich behaupte, dafs sie sich um diesen dreht, Ihr, dafs sie in ihm feststehe. Vorher aber müssen wir uns darüber klar werden, ob Ihr unter öfters genanntem Mittelpunkte das Nämliche versteht wie ich, oder nicht. Darum sagt mir, wie beschaffen und wo befindlich der von Euch gemeinte Mittelpunkt ist.

Simpl. Ich verstehe unter Mittelpunkt den Mittelpunkt des Universums, der Welt, der Fixsternsphäre, des Himmels.

Salv. Ich könnte mit gutem Grunde hier die Streitfrage aufwerfen, ob ein solcher Mittelpunkt in der Natur überhaupt vorhanden ist; denn weder Ihr noch sonst jemand hat je bewiesen, dafs die Welt endlich und von bestimmter Gestalt sei und nicht etwa unendlich und unbegrenzt.[31]) Ich gestehe Euch jedoch vorläufig zu, dafs sie endlich und von einer Kugelfläche begrenzt sei, und dafs sie mithin einen Mittelpunkt besitze; wir werden dann zu prüfen haben, ob es wahrscheinlicher sei, dafs die Erde und nicht vielmehr ein anderer Körper sich in diesem Mittelpunkte befinde.

Die Frage, ob die Welt endlich oder unendlich sei, ist bisher von niemand entschieden worden.

Simpl. Dafs die Welt endlich, begrenzt und kugelförmig sei, beweist Aristoteles hundertfach.

Salv. Alle diese Beweise aber sind im Grunde nur einer und dieser eine keiner; denn wenn ich ihm seine Grundannahme in Abrede stelle, nämlich die Bewegung des Universums, so werden alle seine Beweise hinfällig, da die Endlichkeit und Begrenztheit des Weltalls nur auf Grund dieser seiner Bewegung dargethan wird. Um aber die Zahl der streitigen Fragen nicht zu vermehren, so sei einstweilen die Endlichkeit und Kugelgestalt, und somit das Vorhandensein eines Mittelpunktes zugegeben. Da nun diese Gestalt und die Existenz eines Centrums aus der Beweglichkeit geschlossen worden ist, so wird es nur gerechtfertigt sein, eben diese Kreisbewegungen der Weltkörper zum Ausgangspunkt für die besondere Untersuchung über die eigentliche Lage jenes Mittelpunktes zu machen. Hat doch Aristoteles selbst auf dieselbe Weise seine Erwägungen und Ermittelungen vorgenommen: er machte nämlich zum Centrum des Weltalls eben jenen Punkt, um welchen alle Himmelssphären kreisen und in welchem seiner Ansicht nach der Erdball steht. Nun sagt mir, Signore Simplicio: wenn Aristoteles durch die augenscheinlichsten Erfahrungen sich genötigt sähe zum Teil diesen Bau, diese Ordnung des Weltalls abzuändern und zuzugeben, er habe sich in einer seiner beiden Behauptungen getäuscht, welches Zugeständnis würde er lieber machen? dafs er sich täuschte, indem er die Erde in den Mittelpunkt versetzte oder indem er die Himmelssphären um besagten Mittelpunkt sich drehen liefs?

Die aristotelischen Beweise für die Endlichkeit des Weltalls sind sämtlich hinfällig, sobald man dessen Bewegung in Abrede stellt.

Aristoteles macht denjenigen Punkt zum Centrum des Weltalls, um welchen sich alle Himmelssphären drehen

Es wird die Frage aufgeworfen, welche von zwei seiner Lehre widersprechenden Behauptungen Aristoteles zugeben würde, wenn er sich genötigt sähe eine der beiden anzuerkennen.

Simpl. Ich glaube, wenn dieser Fall einträte, würden die Peripatetiker . . .

Salv. Ich frage nicht, was die Peripatetiker, ich frage, was Aristoteles thun würde; denn was jene betrifft, so weifs ich sehr wohl, was sie antworten würden. Sie würden als ehrfurchtsvolle und demütige Lakaien des Aristoteles alle Versuche und Beobachtungen der Welt ableugnen, ja sich weigern dieselben mit anzusehen, um nicht ihre Richtigkeit bestätigen zu müssen.[32]) Sie würden sagen, die Welt sei,

wie Aristoteles geschrieben hat und nicht wie die Natur es will; denn wäre ihnen die Stütze dieser Autorität entzogen, womit sollten sie auch zu Felde ziehen? Deswegen sagt mir nur, was Eueres Bedünkens Aristoteles selbst thun würde.

Simpl. Wahrlich, ich wüfste mich nicht zu entscheiden, welches von beiden Übeln Aristoteles für das geringere halten würde.

Salv. Ich bitte Euch, nennt nicht das ein Übel, was sich als Notwendigkeit herausstellen dürfte; vom Übel war es, die Erde zum Mittelpunkt der Drehungen der Himmelskörper zu machen. Doch da Ihr nicht wifst, nach welcher Seite er sich neigen würde, und da ich ihn für einen Mann von gewaltigem Geiste halte, so wollen wir prüfen, welche Wahl die vernünftigste ist und diese dann als die von Aristoteles bevorzugte ansehen. Nehmen wir also unsere Betrachtungen wieder von vorne auf und setzen dem Aristoteles zu liebe voraus, dafs die Welt, von deren Gröfse wir über die Fixsterne hinaus keine sinnliche Kenntnis besitzen, Kugelgestalt habe, sich im Kreise bewege und daher notwendig um ihrer Gestalt und ihrer Bewegung willen einen Mittelpunkt besitze. Da wir überdies mit Sicherheit wissen, dafs innerhalb der Sternensphäre viele andere Sphären, eine innerhalb der anderen, nebst den zugehörigen gleichfalls kreisförmig bewegten Sternen enthalten sind, so fragt es sich, welche Meinung vernünftiger sei: soll man annehmen, dafs diese inneren Sphären sich gleichfalls um den Weltmittelpunkt drehen oder um einen anderen weit davon entfernten Mittelpunkt? Sagt mir, wie Ihr über diesen Punkt denkt, Signore Simplicio.

Simpl. Wenn wir bei dieser einen Annahme stehen bleiben könnten in der Gewifsheit auf keinerlei Widerspruch zu stofsen, so würde ich es für viel vernünftiger erachten, die umschliefsenden und umschlossenen Teile alle um denselben Mittelpunkt sich bewegen zu lassen als um verschiedene.

Es ist angemessener Umschliefsendes und Umschlossenes sich um denselben Mittelpunkt drehen zu lassen als um verschiedene.

Salv. Wenn nun wirklich der Weltmittelpunkt identisch mit dem Mittelpunkt sein soll, um welchen die Weltkörper, nämlich die Planeten, kreisen, so ist es ausgemacht, dafs nicht die Erde, sondern vielmehr die Sonne im Mittelpunkte der Welt steht. Dieser ersten, einfachen und allgemeinen Überlegung zufolge gebührt also der Sonne die Stellung in der Mitte, die Erde aber ist soweit von ihm entfernt, als sie von der Sonne entfernt ist.

Wenn der Mittelpunkt der Welt identisch mit dem der Planetenbewegungen ist, so steht in ihm die Sonne und nicht die Erde.

Simpl. Woraus schliefst Ihr aber, dafs nicht die Erde, sondern die Sonne das Centrum der Planetendrehungen ist?

Salv. Es ergiebt sich dies aus ganz augenscheinlichen und darum durchaus beweisenden Beobachtungen. Die, welche am handgreiflich-

sten darthut, dafs die Erde jenem Mittelpunkte entrückt ist, die Sonne aber in demselben steht, ist die Thatsache, dafs sich alle Planeten bald näher, bald weiter entfernt von der Erde befinden und zwar sind die Unterschiede sehr bedeutend. Venus z. B. ist in ihrer gröfsten Ferne sechsmal so weit von uns entfernt, als wenn sie in nächste Nähe rückt; Mars steht in dem einen Falle achtmal so hoch als in dem anderen. Ihr seht gleichzeitig, wie Aristoteles sich ein bifschen täuschte, wenn er ihre Entfernung von uns stets für gleich hielt.

Beobachtungen, welche darauf schliefsen lassen, dafs die Sonne und nicht die Erde im Mittelpunkt der Himmelsdrehung stehe.

Simpl. Welche Anzeichen sprechen aber dafür, dafs die Bewegungen der Planeten um die Sonne stattfinden?

Salv. Bei den drei oberen Planeten Mars, Jupiter und Saturn geht dies daraus hervor, dafs sie immer in gröfster Erdnähe sich befinden, wenn sie in Opposition mit der Sonne sind, und in gröfster Erdferne, wenn sie mit ihr in Konjunktion sind. Diese Annäherung und Entfernung ist dermafsen bedeutend, dafs Mars in Erdnähe an sechszigmal gröfser erscheint als in Erdferne. Bei Venus und Merkur ergiebt sich die Drehung um die Sonne daraus, dafs sie sich niemals weit von dieser entfernen und dafs sie bald vor, bald hinter ihr stehen, wie aus der Phasenänderung der Venus mit Notwendigkeit hervorgeht.

Die Phasenänderung der Venus beweist ihre Bewegung um die Sonne.

Was den Mond betrifft, so steht aus den weiterhin näher zu entwickelnden Gründen allerdings fest, dafs er sich in keiner Weise von der Erde trennen läfst.

Der Mond läfst sich nicht von der Erde trennen.

Sagr. Ich bin darauf gefafst, dafs die mit der jährlichen Bewegung der Erde zusammenhängenden Dinge noch merkwürdiger sind als die mit der täglichen Umdrehung zusammenhängenden.

Salv. Darin täuscht Ihr Euch nicht; denn infolge der täglichen Bewegung machte sich an den Himmelskörpern keine andere Erscheinung bemerkbar und konnte sich keine andere bemerkbar machen, als dafs das Weltall scheinbar mit ungeheuerer Geschwindigkeit sich in entgegengesetzter Richtung bewegte. Diese jährliche Bewegung hingegen bringt im Verein mit den besonderen Bewegungen sämtlicher Planeten eine ganze Menge sonderbarer Erscheinungen hervor, an denen bis jetzt der Scharfsinn der bedeutendsten Männer aller Zeiten noch immer gescheitert ist. Ich kehre jedoch zu unseren ersten allgemeinen Erwägungen zurück und wiederhole, dafs der Mittelpunkt der am Himmel beschriebenen Bahnen bei den fünf Planeten Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur die Sonne ist; desgleichen wird sie sich als Mittelpunkt der Erdbewegung erweisen, wenn es gelingt auch die Erde an den Himmel zu verlegen. Was endlich den Mond betrifft, so bewegt sich dieser in einem Kreis um die Erde, von welcher er sich, wie gesagt, in keiner Weise trennen läfst; darum dreht er

Die jährliche Bewegung der Erde im Verein mit den Bewegungen der anderen Planeten bringt sonderbare Erscheinungen hervor.

sich aber nicht minder um die Sonne, indem er die Erde bei ihrer jährlichen Bewegung begleitet.

Simpl. Mir ist dieser Bau noch nicht recht verständlich; vielleicht macht eine kleine Zeichnung die Sache klarer, sodafs man sich leichter darüber auseinandersetzen kann.

Salv. So sei es; ja zu Euerer um so gröfseren Genugthuung und Verwunderung möchte ich, dafs Ihr selbst diesen Bau zeichnet und sehet, wie gut Ihr ihn versteht, wiewohl Ihr glaubt, Ihr verstündet ihn nicht. Ihr sollt den Entwurf Punkt für Punkt blofs an der Hand der Antworten auf meine Fragen anfertigen. Nehmt also ein Blatt und einen Zirkel. Dieses weifse Papier sei die unermefsliche Ausdehnung des Weltalls, innerhalb deren Ihr seine Teile anordnen und zu einander stellen mögt, wie die Vernunft es Euch vorschreiben wird. Zunächst, da Ihr ohne meine besondere Belehrung die Erde für in diesem Weltall befindlich haltet, nehmt nach Euerem Gutdünken einen Punkt an, um den herum Ihr sie Euch gelegen denkt und bezeichnet diesen mit irgend einem Buchstaben. Entwurf des Weltsystems auf Grund der Erscheinungen

Simpl. Hier der Punkt *A* sei der Ort des Erdballs.

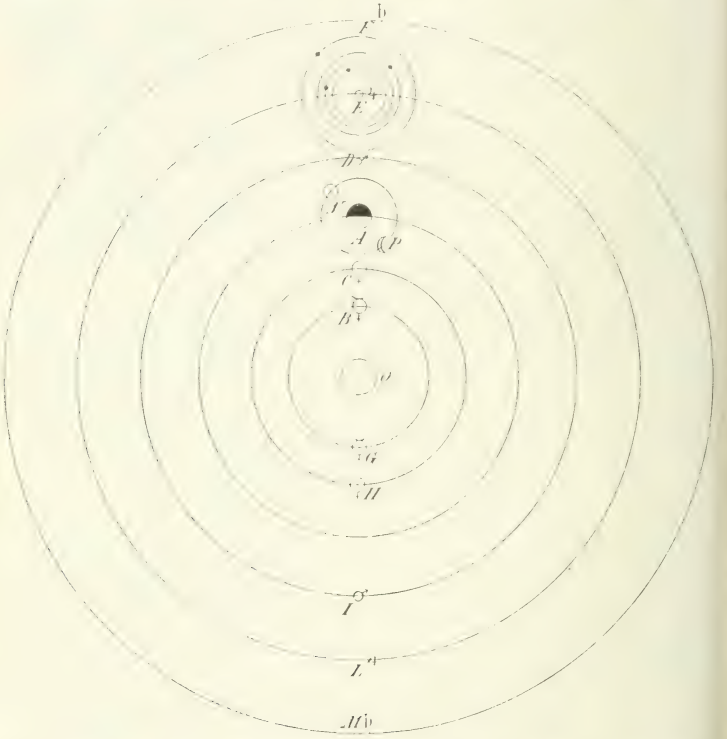
Salv. Sehr wohl. Zweitens ist Euch, wie ich weifs, sehr wohl bekannt, dafs die Erde nicht innerhalb des Sonnenkörpers sich befindet, auch diesen nicht berührt, sondern durch einen gewissen Zwischenraum davon getrennt ist. Gebt also der Sonne nach Euerem Gutdünken irgendwelchen anderen Platz und bezeichnet auch diesen.

Simpl. Ist geschehen; der Ort des Sonnenkörpers sei *O*.

Salv. Nach Festlegung dieser beiden Weltkörper wollen wir uns überlegen, wie der Ball der Venus unterzubringen ist, sodafs ihre Stellung und Bahn sich mit dem in Übereinstimmung bringen läfst, was die sinnlichen Erscheinungen uns lehren. Ruft Euch also ins Gedächtnis zurück, welche auf diesen Stern bezügliche Vorgänge Euch bekannt sind, sei es aus unseren bisherigen Gesprächen, sei es aus eigenen Beobachtungen, und weist ihm sodann die Stellung an, die Euch für ihn passend erscheint.

Simpl. Angenommen, dafs die von Euch erwähnten Erscheinungen thatsächlich richtig sind, die ich übrigens auch in dem „Thesenbüchlein“ angeführt gesehen habe, so entfernt sich genannter Stern von der Sonne niemals weiter als um etliche 40 Grade, kann also niemals mit ihr in Opposition, auch nicht in Quadratur, ja nicht einmal im Sexterschein[33]) sich befinden; weiter zeigt sich Venus zu einer Zeit 40mal gröfser als zu anderer, am gröfsten nämlich, wenn sie rückläufig in die abendliche Konjunktion mit der Sonne sich begiebt, am kleinsten, wenn sie rechtläufig unmittelbar vor der morgendlichen Venus am gröfsten gegen die Zeit der abendlichen, am kleinsten gegen die Zeit der morgendlichen Konjunktion.

Konjunktion steht. Wenn es ferner richtig ist, dafs sie zur Zeit, wo sie am gröfsten erscheint, sichelförmig aussieht, zur Zeit hingegen, wo sie am kleinsten erscheint, vollkommen rund ist, wenn alle diese Thatsachen richtig sind, sage ich, so kann man nicht umhin zu behaupten, dafs genannter Stern sich in einem Kreise um die Sonne bewegt. Denn besagter Kreis kann unmöglich die Erde umfassen und



Zwingender Beweis dafür, dafs Venus sich um die Sonne dreht.

in sich schliefsen, noch auch unterhalb der Sonne, d. h. zwischen ihr und der Erde, noch auch oberhalb der Sonne liegen: er kann die Erde nicht umfassen, weil sonst Venus bisweilen in Opposition zur Sonne käme; er kann nicht unterhalb der Sonne gelegen sein, weil sonst bei beiden Konjunktionen Venus sichelförmig erscheinen müfste; er kann endlich nicht oberhalb der Sonne gelegen sein, sonst würde

sie stets rund und niemals gehörnt erscheinen. Ich werde demnach als ihr Bereich den Kreis CH um die Sonne so zeichnen, dafs er die Erde nicht umfafst.

Salv. Nachdem Venus untergebracht ist, müfst Ihr an Merkur denken. Dieser bleibt, wie Ihr wifst, stets in nächster Nähe bei der Sonne und entfernt sich von ihr noch weniger als Venus. Überlegt also, welcher Ort ihm zuzuweisen ist.

Simpl. Unzweifelhaft ist für ihn, der dasselbe Verhalten wie Venus zeigt, der angemessenste Raum ein kleinerer Kreis um die Sonne innerhalb der Bahn der Venus, namentlich da seine Nähe bei der Sonne bewiesen und aufs deutlichste sichtbar gemacht wird durch die Lebhaftigkeit seines Glanzes, welcher den der Venus und der übrigen Planeten an Stärke übertrifft. Wir können auf dieser Grundlage seinen Kreis bestimmen und wollen ihn mit den Buchstaben BG bezeichnen.

Beweis dafür, dafs die Drehung des Merkur um die Sonne innerhalb der Bahn der Venus erfolgt.

Salv. Wo werden wir ferner Mars unterbringen?

Simpl. Da Mars in Opposition zur Sonne gelangt, so mufs seine Bahn notwendig die Erde umschliefsen; ich sehe indessen ein, dafs sie auch die Sonne umfassen mufs: denn ginge er bei der Konjunktion mit der Sonne nicht hinter, sondern vor ihr vorüber, so würde er so gut wie die Venus und der Mond sichelförmig erscheinen müssen; da er sich aber immer rund zeigt, so mufs er notwendig mit seiner Bahn nicht nur die Erde sondern auch die Sonne umfassen. Nun erinnere ich mich daran, dafs Ihr sagtet, er scheine in Opposition mit der Sonne 60mal gröfser zu sein als zur Zeit der Konjunktion; diesen Erscheinungen wird meiner Ansicht nach aufs beste Rechnung getragen, wenn wir Mars einen Kreis anweisen, dessen Centrum die Sonne ist und der die Erde umschliefst. Ich zeichne hiermit einen solchen und nenne ihn DI; im Punkte D steht Mars der Erde am nächsten und befindet sich in Opposition zur Sonne; weilt er hingegen im Punkte I, so ist er in Konjunktion mit der Sonne, aber in gröfster Entfernung von der Erde. Da nun die gleichen Erscheinungen bei Jupiter und Saturn eintreten, wiewohl die Verschiedenheit in der scheinbaren Gröfse von Jupiter geringer ist als bei Mars, und bei Saturn noch geringer als bei Jupiter, so glaube ich einzusehen, dafs wir am schicklichsten auch diesen Planeten zwei um die Sonne laufende Kreise anweisen, den einen hier für Jupiter bezeichne ich mit EL, den anderen höher gelegenen für den Saturn nenne ich FM.

Mars umfafst notwendig mit seiner Bahn sowohl die Erde als die Sonne.

Mars zeigt sich zur Zeit der Opposition 60mal so grofs als zur Zeit der Konjunktion.

Jupiter und Saturn umschliefsen gleichfalls Erde und Sonne.

Salv. Ihr habt bis jetzt Euere Sache vortrefflich gemacht. Da nun, wie Ihr seht, die Annäherung und Entfernung der drei oberen Planeten sich um den doppelten Betrag der Entfernung von Erde und Sonne ändert, so bewirkt dies eine gröfsere Verschiedenheit bei Mars

Die Annäherung und Entfernung der drei oberen Planeten betragt das Doppelte der Sonnenentfernung.

Unterschied der scheinbaren Grösse bei Saturn geringer als bei Jupiter und bei Jupiter geringer als bei Mars und Grund dafür.

als bei Jupiter, weil der Kreis DI des Mars kleiner ist als der Kreis EL des Jupiter. Da ebenso der Kreis EL kleiner ist als der Kreis FM des Saturn, so ist bei diesem eben jene Differenz noch geringer als bei Mars und dies stimmt vollständig mit den Erscheinungen. Ihr habt jetzt nur noch zu erwägen, welcher Platz dem Monde anzuweisen sei.

Die Mondbahn umschliefst die Erde, aber nicht die Sonne.

Simpl. Da wir — um dieselbe, wie ich glaube, völlig entscheidende Methode anzuwenden — den Mond bald in Konjunktion bald in Opposition zur Sonne sehen, so mufs man notwendig sagen, dafs seine Kreisbahn die Erde in sich fafst; sie kann hingegen nicht auch um die Sonne herumgehen, sonst würde der Mond zur Zeit der Konjunktion nicht sichelförmig, sondern immer rund und vollbeleuchtet aussehen; überdies könnte er nicht, wie es häufig geschieht, Verfinsterungen der Sonne dadurch bewirken, dafs er zwischen sie und uns tritt. Man mufs ihm also eine Kreisbahn um die Erde beilegen, wie etwa NP. Steht er also in P, so erscheint er von der Erde A aus gesehen in Konjunktion mit der Sonne und kann sie eben dadurch bisweilen verfinstern; steht er hingegen in N, so erscheint er in Opposition zur Sonne, sodafs dann möglicherweise der Erdschatten auf ihn fällt und er verdunkelt wird.

Salv. Was sollen wir nun mit den Fixsternen anfangen, Signore Simplicio? Sollen wir sie uns in den unermefslichen Tiefen des Weltalls zerstreut denken, in verschiedenen Entfernungen von jedem beliebigen Punkte, oder verteilt auf der Oberfläche einer um irgendwelches Centrum beschriebenen Kugel, derart dafs jeder Fixstern von diesem selbigen Centrum gleichweit entfernt ist?

Wahrscheinliche Lage der Fixsterne.

Wie man sich die Sphäre des Universums vorzustellen habe.

Simpl. Ich würde lieber einen Mittelweg einschlagen und ihnen eine Sphäre anweisen, die um ein bestimmtes Centrum beschrieben und innerhalb zweier Kugelflächen enthalten ist, nämlich zwischen einer sehr weit entfernten konkaven und einer weniger weit entfernten konvexen; in diese Sphäre möchte ich die unzählbare Menge der Sterne versetzen, aber in verschiedene Höhen. Man könnte dieselbe die Sphäre des Universums nennen, insofern sie die von uns vorhin gezeichneten Planetensphären in sich enthält.

Salv. Wir haben also bis jetzt, Signore Simplicio, die Weltkörper genau nach dem System des Kopernikus geordnet und zwar ist dies von Euerer eigenen Hand geschehen. Weiter habt Ihr ihnen allen mit Ausnahme der Sonne, der Erde und der Fixsternsphäre Eigenbewegungen zugeschrieben: Merkur und Venus habt Ihr so um die Sonne kreisen lassen, dafs sie die Erde nicht umfassen; ebenfalls um die Sonne lafst Ihr die drei oberen Planeten Mars, Jupiter und

Saturn sich bewegen, indem Ihr die Erde in deren Bahn mit hineinzogt. Der Mond hingegen kann sich nur so bewegen, dafs er um die Erde herumgeht, ohne die Sonne zu umfassen, und auch betreffs dieser Bewegungen befindet Ihr Euch in Übereinstimmung mit Kopernikus. Es erübrigt nur noch, eine Entscheidung zwischen Sonne, Erde und Sternensphäre über drei Punkte zu treffen: die Ruhe, welche scheinbar der Erde zukommt, die jährliche Bewegung unter dem Tierkreise, welche scheinbar der Sonne eigen ist, und die tägliche Bewegung, welche der Sternensphäre anzugehören und von dieser dem ganzen übrigen Weltall mit Ausnahme der Erde mitgeteilt zu werden scheint.

Die Ruhe, die jährliche und die tägliche Bewegung müssen unter Sonne, Erde und Firmament verteilt werden.

Wenn es nun wahr ist, dafs die Bahnen der Planeten, nämlich des Merkur, der Venus, des Mars, des Jupiter und des Saturn um die Sonne als Centrum gehen, so ist es um so mehr gerechtfertigt, die Ruhe der Sonne und nicht der Erde beizulegen, insofern es richtiger ist, dem Mittelpunkte von beweglichen Sphären Unbeweglichkeit beizumessen als irgend einem anderen von diesem Mittelpunkte verschiedenen Orte. Danach kann man der Erde, welche inmitten beweglicher Weltkörper, der Venus nämlich und des Mars, sich befindet, von denen Venus ihren Umlauf in neun Monaten, Mars den seinen in zwei Jahren vollendet, sehr schicklich eine Bewegung von einjähriger Dauer zuerkennen und die Ruhe der Sonne belassen. Wenn dem so ist, so folgt mit Notwendigkeit, dafs auch die tägliche Bewegung der Erde zukommt; denn steht die Sonne fest und die Erde drehte sich nicht um sich selber, sondern hätte blofs die jährliche Bewegung um die Sonne, so würde unser Jahr nur aus einem Tag und einer Nacht bestehen, nämlich einem sechsmonatlichen Tag und einer sechsmonatlichen Nacht, wie früher bereits erwähnt. Ihr seht also, wie schön sich dem Universum die ungeheuer rasche 24-stündige Bewegung nehmen läfst, und wie die Fixsterne, welche ebenso viele Sonnen sind, sich gleich unserer Sonne einer ewigen Ruhe erfreuen. Ihr seht überdies, wie leicht sich bei dieser ersten Skizze die Gründe für die grofsartigen Himmelserscheinungen angeben lassen.

Bei einer beweglichen Sphäre ist es mehr gerechtfertigt, den Mittelpunkt als fest zu betrachten, als irgend welchen anderen Teil.

Gesteht man der Erde die jährliche Bewegung zu, so muls man ihr auch die tägliche beilegen.

Sagr. Ich bemerke das allerdings. Aber wie Ihr diese Einfachheit als einen Wahrscheinlichkeitsgrund von bedeutendem Gewichte zu Gunsten der Wahrheit dieses Systems betrachtet, so könnte umgekehrt ein anderer vielleicht ganz entgegengesetzte Schlüsse daraus ziehen. Denn es wird ihm nicht ohne Grund sonderbar vorkommen, dafs diese uralte pythagoreische Anschauung, welche den Erscheinungen sich so vortrefflich anpafst, im Fortgang der Jahrtausende so wenige Anhänger gefunden hat, von Aristoteles selbst sogar verworfen wird, und auch nach Kopernikus vom gleichen Schicksale betroffen worden ist.

Salv. Hättet Ihr, Signore Sagredo, nur einmal erlebt, was ich viele, viele Male habe durchmachen müssen, hättet Ihr gehört, wie das albernste Zeug die Leute dermafsen halsstarrig und unzugänglich machen kann, dafs sie diesen neuen Ansichten kein Gehör schenken, geschweige denn Beifall spenden, ich glaube, Ihr würdet Euch dann nicht so sehr wundern über die geringe Zahl derer, die sich zu dieser Ansicht bekennen. Wir brauchen aber meines Erachtens kein Gewicht zu legen auf Geister, die den Glauben an die Festigkeit der Erde annehmen und beibehalten, weil sie als vollgültigen Beweis dafür die Thatsache betrachten, dafs sie heute Mittag nicht in Konstantinopel speisen, ihr Abendbrot nicht in Japan einnehmen werden; die überzeugt sind, dafs die Erde wegen ihrer grofsen Schwere sich nicht hinauf über die Sonne und dann wieder Hals über Kopf in die Tiefe hinabstürzen kann. Auf diese, deren Zahl Legion ist, braucht man nicht Rücksicht zu nehmen, man braucht nicht Buch zu führen über ihre Albernheiten, und für die subtilsten und schwierigsten Untersuchungen Propaganda zu machen bei einer Sorte von Leuten, in denen der Begriff des Menschen nur der Gattung, nicht der specifischen Differenz nach sich verwirklicht.[1]) Was wollte man auch mit allen Beweisen der Welt gegen die Dummköpfe ausrichten, die nicht aus eigener Kraft imstande sind ihre überaus grofsen Verkehrtheiten zu erkennen? Meine Verwunderung, Signore Sagredo, wird durch ganz etwas Anderes wachgerufen: Ihr wundert Euch, dafs die pythagoreische Ansicht so wenige Anhänger gefunden hat, ich staune, dafs überhaupt einer oder der andere sie angenommen und ihr angehangen hat. Ich kann nicht genug die Geisteshöhe derer bewundern, die sich ihr angeschlossen und sie für wahr gehalten, die durch die Lebendigkeit ihres Geistes den eigenen Sinnen Gewalt angethan derart, dafs sie, was die Vernunft gebot, über den offenbarsten gegenteiligen Sinnenschein zu stellen vermochten. Dafs die von uns bereits geprüften Argumente gegen die tägliche Rotation der Erde ungemein viel Bestechendes haben, haben wir früher gesehen, und allein der Umstand, dafs sie von den Anhängern des Ptolemäus, von der Schule des Aristoteles und all ihrem Gefolge anerkannt wurden, ist schon ein sehr triftiger Grund für ihre Bedeutsamkeit. Die Erfahrungen aber, welche man gegen die jährliche Bewegung anführt, scheinen in so offenbarem Widerspruch mit dieser Lehre zu stehen, dafs — ich wiederhole es — meine Bewunderung keine Grenzen findet, wie bei Aristarch und Kopernikus die Vernunft in dem Mafse die Sinne hat überwinden können, dafs ihnen zum Trotz die Vernunft über ihre Leichtgläubigkeit triumphiert hat.

Die kindischsten Gründe genügen, um die Einfältigen ihre Ansicht vom Stillestehen der Erde beibehalten zu lassen.

Es wird gezeigt, wie unwahrscheinlich die kopernikanische Lehre sei.

Vernunft und Logik überwiegen bei Aristarch und Kopernikus über die offenbare sinnliche Wahrnehmung.

Sagr. Wir werden also abermals Dinge zu hören bekommen, die in grellem Widerspruch mit dieser jährlichen Bewegung stehen?

Salv. Allerdings; und sie sind so augenscheinlich, so sinnlich greifbar, dafs, ginge nicht ein höherer, über dem Gewöhnlichen und Natürlichen erhabener Sinn Hand in Hand mit der Vernunft, auch ich aller Wahrscheinlichkeit nach mich noch sehr viel widerspenstiger gegen das kopernikanische System bezeigt hätte, als ich es jetzt thue, wo eine heller als gewöhnlich strahlende Fackel mich erleuchtet hat.

Sagr. Jetzt, Signore Salviati, heifst es: auf in den Kampf! Jedes Wort zu anderem Behuf scheint mir verloren.

Salv. Ich stehe zu Diensten.

Simpl. *Ich bitte Euch, Ihr Herren, lafst meinen Geist zur Ruhe kommen; die Bemerkung, die Signore Salviati vorhin gemacht, hat mein Inneres stürmisch erregt. Wenn erst die Wellen besänftigt sind, werde ich für Euere Betrachtungen besser empfänglich sein, denn die Gestalten erscheinen nicht klar in schwankender Spiegelfläche, wie der römische Dichter es so anmutig ausdrückt, wenn er sagt:*

. . . nuper me in litore vidi,
Cum placidum ventis staret mare.[35])

Salv. *Ihr habt vollkommen Recht, darum sagt, was Ihr für Bedenken habt.*

Simpl. *Die Ansicht, nach welcher die Erde die tägliche Rotation darum nicht ausführen kann, weil man durch sie ersichtlich nicht nach Persien oder Japan versetzt wird, habt Ihr vorhin ebenso thöricht genannt als die andere, welche die jährliche Bewegung ablehnt, weil die Annahme dem Gefühle widerstrebt, dafs die mächtige schwere Masse der Erde sich in die Höhe heben und dann wieder hinabsinken kann, und das müfste der Fall sein, wenn sie jene Bewegung um die Sonne auszuführen hätte. Ich schäme mich nicht zur Zahl dieser Thoren gerechnet zu werden und fühle in meinem Geiste dasselbe Widerstreben, soweit es sich um den zweiten Punkt, den Einwand gegen die jährliche Bewegung, handelt: namentlich wo ich sehe, welchen Widerstand selbst gegen die Bewegung in wagrechter Richtung, ich sage nicht etwa ein Berg, sondern schon ein blofser Stein zeigt, der doch nur ein kleiner Teil eines Felsens der Hochgebirge ist. Ich bitte Euch darum, solche Einwände nicht gar so geringschätzig abzuthun, sondern sie zu widerlegen, nicht allein um meinetwillen, als vielmehr der anderen wegen, denen sie sehr beweiskräftig erscheinen; denn ich halte es für wenig wahrscheinlich, dafs jemand, sei er*

noch so einfältig, aus keinem anderen Beweggrunde seine Einfalt erkenne und eingestehe, als weil er sich einen Thoren schelten hört.

Sagr. *Gewifs nicht; und je einfältiger er ist, um so schwerer wird er von seinem Fehler zu überzeugen sein. Auch bedenke ich bei diesem Anlafs, dafs es nicht nur, um dem Wunsche des Signore Simplicio zu entsprechen, sondern auch aus anderen ebenso wichtigen Gründen gut ist diesem und ähnlichen Einwänden zu begegnen. Denn, wie die Erfahrung lehrt, fehlt es nicht an Leuten, die in der gewöhnlichen Philosophie und anderen Wissenschaften zwar wohl bewandert sind und die gleichwohl mangels astronomischer, mathematischer oder sonstiger Kenntnisse, welche den Geist für die Erkenntnis der Wahrheit schärfen, sich von derartig nichtigen Überlegungen überzeugen lassen. Aus diesem Grunde scheint mir die Lage des armen Kopernikus so bemitleidenswert: er mufs befürchten, dafs die Kritik seiner Lehren möglicherweise in die Hände von Leuten gelegt ist, die unfähig sind, seine höchst subtilen und darum schwerverständlichen Gründe zu fassen, die aber, im voraus durch solch nichtigen Schein in einem Vorurteil gegen diese Gründe befangen, sie für falsch und irrig ausposaunen. Kann man solche Leute daher auch nicht für jene schwierigeren Betrachtungen empfänglich machen, so ist es doch zweckmäfsig dahin zu wirken, dafs sie die völlige Unzulänglichkeit jener anderen erkennen: diese Erkenntnis wird sie milder denken und urteilen lassen einer Lehre gegenüber, die sie jetzt für irrig halten. Ich will deshalb noch zwei andere, allerdings gegen die tägliche Bewegung gerichtete, Einwürfe erwähnen, die ich vor kurzem von litterarisch hervorragenden Persönlichkeiten habe vorbringen hören*[36]*); danach können wir zu der jährlichen Bewegung übergehen. Der erste Einwurf war der: wäre es wahr, dafs nicht die Sonne und die übrigen Gestirne sich über den östlichen Horizont erhöben, sondern der östliche Teil der Erde unter ihn hinabsänke, jene aber stille ständen, so müfsten binnen weniger Stunden die im Osten gelegenen Berge sich vermöge der Drehung des Erdballs abwärts neigen und in eine solche Lage gelangen, dafs, wo man zuvor steil hinansteigen mufste, um den Gipfel zu erreichen, man jetzt abschüssig hinunterzugehen hätte. Der zweite Einwand war folgender: wenn die tägliche Bewegung der Erde zukäme, müfste sie mit solcher Geschwindigkeit vor sich gehen, dafs man aus der Tiefe eines Brunnenschachtes nur einen Augenblick lang einen im Zenith stehenden Stern erblicken könnte; er wäre nämlich nur die ganz kurze Zeit über sichtbar, in welcher zwei bis drei Ellen des Erdumfangs vorbei passieren, denn soviel mag die Breite des Schachtes etwa betragen. Demgegenüber zeigt aber die Erfahrung, dafs das scheinbare Vorbeigehen des Sternes über den Brunnenschacht hin ziemlich lange Zeit in Anspruch nimmt: ein schlagen-*

der Beweis, dafs die Mündung des Schachtes sich keineswegs mit der rasenden Eile bewegt, welche die tägliche Umdrehung mit sich bringen müfste, und dafs folglich die Erde unbeweglich ist.

Simpl. *Von diesen beiden Argumenten kommt mir das zweite sehr beweiskräftig vor; was aber das erste betrifft, so möchte ich glauben, es selber erledigen zu können. Ich brauche nur zu erwägen, dafs es auf dasselbe hinauskommt, ob der Erdball bei der Drehung um seinen eigenen Mittelpunkt einen Berg nach Osten führt, oder ob der Berg an seinem Fufse losgerissen und über die Erde geschleift wird. Das Fortschaffen des Berges über die Erde hin ist aber meines Bedünkens nicht verschieden von der Bewegung eines Schiffes längs der Oberfläche des Meeres. Wäre also der Einwand in betreff des Berges begründet, so würde man in gleicher Weise bei dem Schiffe, wenn es seine Fahrt fortsetzt und aus unseren Häfen sich um viele Grade entfernt hat, nicht mehr emporsteigen müssen, um auf den Mast zu gelangen, sondern sich wagrecht fortbewegen, späterhin sogar sich abwärts bewegen, was nicht der Fall ist. Ich habe wenigstens niemals einen Seemann, auch von denen, welche die ganze Erde umfahren haben, sagen hören, dafs es irgendwelchen Unterschied macht, sei es bei dieser oder irgend einer anderen im Schiffsdienst üblichen Verrichtung, ob sich das Schiff in der oder jener Gegend befindet.*

Salv. *Euere Erwägungen sind sehr richtig. Wäre der Urheber jenes Einwandes auch nur auf den Gedanken verfallen, dafs der benachbarte im Osten gelegene Berg bei einer etwaigen Drehung der Erde binnen zweier Stunden durch diese an eine Stelle geführt würde, wo sich jetzt etwa der Olymp oder der Karmel befindet, so hätte er schon einsehen müssen, dafs seine eigenen Schlüsse ihn zu dem Glauben und dem Eingeständnis zwängen, es sei nötig, um auf den Gipfel besagter Berge zu gelangen, in Wahrheit hinabzusteigen. Solche Leute gehören zu der Sorte, die imstande sind das Vorhandensein von Antipoden zu leugnen, sintemal man nicht mit dem Kopfe nach unten und mit den Füfsen an der Decke klebend gehen könne; sie vermögen nicht aus wahren und von ihnen vollkommen richtig verstandenen Ideen ganz einfache Widerlegungen ihrer Bedenken herzuleiten. Ich meine, sie sehen sehr wohl ein, dafs die Schwere und das Sinken nichts Anderes ist als ein Streben nach dem Mittelpunkte des Erdballs, das Steigen nichts Anderes als ein Sichentfernen von demselben; aber es gelingt ihnen nicht zu verstehen, dafs unsere Antipoden nur darum nicht die mindeste Schwierigkeit haben sich aufrecht zu halten und zu gehen, weil sie es gerade so machen wie wir, d. h. ihre Füfse dem Mittelpunkte der Erde und ihren Kopf dem Himmel zukehren.*

Sagr. *Und doch wissen wir, dafs auf diesem Gebiete solche Verirrungen von Leuten begangen worden sind, die für andere Wissenschaften*

hervorragende Begabung an den Tag gelegt haben. Umsomehr erscheint meine Bemerkung von vorhin gerechtfertigt, daſs man gut daran thut alle, auch die schwächsten, Einwände zu beseitigen; laſst uns also auch dem auf den Brunnen bezüglichen begegnen.

Salv. *Dem Anscheine nach haftet allerdings diesem zweiten Argumente eher etwas Beweiskräftiges an. Gleichwohl habe ich die feste Überzeugung, daſs, wenn man den Erfinder desselben fragte und ihn aufforderte sich näher zu erklären, welches denn die Erscheinung sei, die eintreten müſste und nach seiner Ansicht nicht eintritt, sobald die Erde die tägliche Bewegung ausführte: ich glaube, sage ich, er würde bei der Auseinandersetzung seiner Bedenken sich mit seinen Folgerungen ebenso sehr verstricken, als wenn er versuchte durch Nachdenken sich Klarheit zu verschaffen.*

Simpl. *Offen gestanden bin ich fest überzeugt, daſs dies geschehen würde; denn auch ich befinde mich in gleicher Verwirrung, weil mir das Argument allerdings dem ersten Eindruck nach beweisend erscheint; indessen schwebt mir doch die nebelhafte Empfindung vor, daſs, wenn die Beweisführung ihre Richtigkeit hätte, die ungeheure Geschwindigkeit, die man an dem Sterne wahrnehmen müſste, sobald man die Erde sich bewegen läſst, sich sogar in noch viel höherem Grade zeigen müſste, wenn die Bewegung dem Sterne anhaftete, da sie beim Sterne vieltausendmal geschwinder sein müſste als bei der Erde. Wenn aber andererseits der Anblick des Sternes durch das bloſse Vorüberziehen der zwei bis drei Ellen breiten Öffnung des Brunnenschachtes verloren gehen soll, während der Brunnen samt der Erde in einer Stunde beträchtlich mehr als 2000000 Ellen zurücklegt, so scheint dies freilich eine so kurze Zeit währen zu müssen, daſs der Vorgang überhaupt nicht wahrnehmbar sein könnte; und doch wird der Stern vom Grunde selbigen Brunnens ziemlich lange Zeit hindurch gesehen. Darum bin ich begierig über diese Frage Aufklärung zu erhalten.*

Salv. *Jetzt befestigt sich in mir die Meinung, daſs der Urheber des Einwandes konfuse gedacht haben muſs, wo ich sehe, daſs auch Ihr, Signore Simplicio, den Euch vorschwebenden Gedanken nur schattenhaft andeutet, und nicht völlig beherrscht. Ich schlieſse dies hauptsächlich aus dem Umstande, daſs Ihr eine Unterscheidung völlig auſser Acht laſst, die ein Hauptpunkt bei der ganzen Angelegenheit ist. Sagt mir also: macht Ihr bei Anstellung der Beobachtung, wie der Stern über dem Brunnenrande vorbeizieht, gar keinen Unterschied, ob der Brunnen mehr oder weniger tief ist, mit anderen Worten, ob der Beobachter von der Mündung mehr oder weniger weit entfernt ist? Ich habe Euch nämlich darauf kein Gewicht legen hören.*

Simpl. *Ich habe in der That daran nicht gedacht, aber Euere Frage weckt meinen Geist aus seinem Schlummer und weist mich auf die unbedingte Notwendigkeit dieser Unterscheidung hin. Die Einsicht beginnt sich bei mir zu regen, daſs für die Feststellung der Zeitdauer des Vorübergangs die Tiefe des Brunnens möglicherweise einen ebenso bedeutenden Einfluſs üben kann als die Breite.*

Salv. *Ich möchte sogar vermuten, daſs die Breite gar nichts oder nur sehr wenig damit zu schaffen hat.*[37])

Simpl. *Doch aber scheint mir, daſs eine Strecke von zehn Ellen zurückzulegen zehnmal mehr Zeit erfordert, als eine Strecke von einer Elle, und ich bin fest überzeugt, daſs ein Kahn von zehn Ellen Länge rascher vor meinen Augen vorüberziehen wird als eine Galeere von hundert Ellen Länge.*

Salv. *Daſs wir doch nie und nimmer von der eingewurzelten Vorstellung loskommen, als könnten wir uns nur bewegen, insoweit uns unsere Beine tragen! Was Ihr da sagt, lieber Signore Simplicio, ist richtig, wenn das der Beobachtung unterliegende Objekt sich bewegt, während Ihr stille steht, um es zu beobachten. Wenn Ihr Euch aber in dem Schachte befindet und der Schacht samt Euch von der Umdrehung der Erde fortgeführt wird, seht Ihr denn da nicht ein, daſs weder in einer Stunde, noch in tausend Stunden, noch in aller Ewigkeit die Mündung des Schachtes an Euch vorüberzieht? Was für Erscheinungen in diesem Falle die Bewegung oder Nichtbewegung der Erde im Gefolge hat, kann man nicht an der Mündung des Schachtes erkennen, sondern nur an irgend welchem anderen getrennten Objekt, welches sich nicht in der gleichen Lage, sei es der Bewegung, sei es der Ruhe befindet.*

Simpl. *Alles ganz schön; aber gesetzt auch, ich befinde mich im Schachte und werde gleichzeitig mit ihm von der täglichen Bewegung fortgeführt, und gesetzt auch, der von mir betrachtete Stern sei unbeweglich, so beträgt doch die Schachtöffnung nicht mehr als drei Ellen; dieser Teil der Erde allein vermittelt mir die Anschauung des Vorübergangs, während die ganze übrige Erdoberfläche in einer Ausdehnung von so vielen Millionen von Ellen mir die Aussicht versperrt: wie kann unter solchen Umständen die Dauer der Sichtbarkeit einen merklichen Teil von der der Unsichtbarkeit betragen?*

Salv. *Jetzt fallt Ihr doch wieder in dasselbe Miſsverständnis zurück; in der That Ihr bedürft der Hilfe, um es los zu werden. Nicht die Breite des Brunnens ist es, Signore Simplicio, welche das Maſs für die Sichtbarkeitsdauer des Sternes abgiebt; denn in diesem Falle würdet Ihr ihn beständig sehen, da die Brunnenmündung Eurem Blicke beständig den Durchgang gestattet. Das Maſs für die Zeitdauer liefert vielmehr*

die Gröfse desjenigen Teiles des unbeweglichen Himmelsgewölbes, welcher Euch durch die Öffnung des Brunnens hindurch sichtbar ist.

Simpl. *Ist denn aber nicht der sichtbare Teil des Himmels derselbe Bruchteil von der ganzen Himmelskugel, wie die Mündung des Schachtes von der ganzen Erdkugel?*

Salv. *Ich möchte, dafs Ihr Euch diese Frage selbst beantwortet. Sagt mir darum, ob nicht die Öffnung eines und desselben Schachtes stets den gleichen Teil der Erdoberfläche ausmacht.*

Simpl. *Unzweifelhaft immer denselben.*

Salv. *Und ist der Teil des Himmels, welcher für den Beobachter im Brunnen sichtbar ist, auch stets derselbe Bruchteil der Himmelskugel?*

Simpl. *Eben fängt es mir an zu dämmern und ich beginne zu begreifen, was Ihr mir vorhin angedeutet habt, dafs nämlich die Tiefe des Brunnens sehr viel für die vorliegende Frage zu bedeuten hat. Denn je weiter sich das Auge von der Mündung des Schachtes entfernt, ein um so geringerer Teil des Himmels wird unzweifelhaft sichtbar sein; vor diesem wird folglich der Beobachter auf dem Grunde des Schachtes rascher vorbei geführt, und er verliert ihn rascher aus den Augen.*

Salv. *Giebt es aber in dem Schachte irgendwo eine Stelle, von der aus ein ebenso grofser Bruchteil des Himmelsgewölbes sichtbar ist, wie es die Schachtöffnung von der Erdoberfläche ist?*

Simpl. *Ich glaube, wenn man den Schacht bis in den Mittelpunkt der Erde fortsetzte, so würde man vielleicht von dort aus einen Teil des Himmels wahrnehmen, welcher zu dem ganzen Himmel in demselben Verhältnis steht wie der Brunnen zur Erde. Entfernt man sich aber vom Mittelpunkte und nähert sich der Oberfläche, so zeigt sich ein immer gröfserer Teil des Himmels.*

Salv. *Und bringt man endlich das Auge in eine Ebene mit der Mündung des Brunnens, so wird die Hälfte des Himmels sichtbar oder nur ganz unbedeutend weniger, und um an diesem vorbeizugelangen bedarf es — gesetzt wir befänden uns unter dem Äquator — einer Zeit von zwölf Stunden.*

Ich habe Euch bereits eine Skizze des kopernikanischen Systems entworfen. Gegen die Richtigkeit desselben richtet vor allen Dingen Mars, der Kriegsgott selber, den heftigsten Angriff[38]); denn angenommen, seine Entfernung von der Erde wechselte wirklich derart, dafs zwischen der gröfsten und kleinsten ein Unterschied bestände von der doppelten Gröfse der Entfernung zwischen Sonne und Erde, so müfste sich notwendig seine Scheibe in der gröfsten Erdnähe 60mal gröfser ausnehmen als in der gröfsten Erdferne. Gleichwohl ist ein solcher Unterschied in der scheinbaren Gröfse nicht wahrzunehmen; er zeigt sich

Mars richtet einen heftigen Angriff gegen das kopernikanische System.

vielmehr zur Zeit der Opposition, wo er der Erde nahe ist, kaum vier- oder fünfmal so grofs, als um die Zeit der Konjunktion, wo er allmählich in den Sonnenstrahlen verschwindet. Eine weitere und gröfsere Schwierigkeit bereitet uns Venus; wenn sie nämlich, wie Kopernikus uns versichert, bei ihrer Bahn um die Sonne bald über, bald unter dieser stünde, bald sich entfernend, bald sich uns nähernd, und zwar um einen Betrag gleich dem Durchmesser des von ihr beschriebenen Kreises, so müfste sie unter der Sonne, in unserer Nähe also, eine etwa 40mal gröfsere Scheibe zeigen, als wenn sie oberhalb der Sonne in der Nähe ihrer anderen Konjunktion sich befindet; gleichwohl ist der Unterschied fast unmerklich. Dazu kommt eine andere Schwierigkeit: wäre nämlich die Masse der Venus an und für sich dunkel und leuchtete blofs wie der Mond infolge der Bestrahlung seitens der Sonne, welches die angemessenste Annahme zu sein scheint, so müfste sie sich, wenn sie vor der Sonne steht, in Sichelform zeigen, wie es der Mond thut, wenn er gleichfalls in der Nähe der Sonne steht; ein Umstand, der bei ihr nicht zutrifft. Aus diesem Grunde sprach sich Kopernikus dafür aus, dafs sie entweder selbstleuchtend ist oder dafs ihre Materie sich mit dem Sonnenlichte zu durchtränken und dieses durch ihre ganze Tiefe durchzulassen vermag, sodafs sie sich uns immer in vollem Glanze zeigen kann. Auf diese Weise suchte Kopernikus das Nichtvorhandensein der Phasen bei Venus zu erklären. Über die fast unveränderliche scheinbare Gröfse der Venus hingegen sagte er gar nichts, und über die des Mars weit weniger als eigentlich nötig wäre, wahrscheinlich weil er eine seiner Lehre so widersprechende Erscheinung nicht zu seiner Zufriedenheit erklären konnte; dennoch gab er, durch so viele andere zutreffende Momente überzeugt, jene Lehre nicht auf und hielt sie für wahr. Überdies scheint die Annahme, dafs alle Planeten, die Erde mit inbegriffen, sich um die Sonne als Mittelpunkt ihrer Umläufe bewegen und dafs nur der Mond diese Ordnung durchbricht, dafs er eine besondere Bewegung um die Erde ausführt und mit ihr und der ganzen elementaren Sphäre zusammen um die Sonne läuft — diese Annahme, sage ich — scheint dermafsen die Ordnung aufzuheben, dafs diese hierdurch unwahrscheinlich und falsch wird. Das sind diejenigen Schwierigkeiten, derentwegen ich mich wundere, wie Aristarch und Kopernikus, die sie sicherlich nicht übersehen haben, die nicht imstande waren sie zu beseitigen, gleichwohl wegen anderer wunderbar stimmender Thatsachen unentwegt an dem festgehalten haben, was die Vernunft ihnen diktierte, wie sie trotz alledem zuversichtlich behauptet haben, es könne der Bau des Weltalls kein anderer sein als der von ihnen bezeichnete. Es giebt

Die Erscheinungen bei der Venus stehen im Widerspruch mit dem kopernikanischen System

Zweite Schwierigkeit, welche Venus dem Kopernikus bereitet.

Venus nach Kopernikus entweder selbstleuchtend oder von durchsichtigem Stoffe

Kopernikus schweigt über den geringen Wechsel der scheinbaren Gröfse bei Venus und Mars

Der Mond durchbricht die Ordnung der übrigen Planeten

sodann noch andere schwerwiegende und sehr bestechende Einwendungen, die für mittelmäfsige Geister nicht so leicht zu beseitigen sind, die aber Kopernikus durchschaut und aufgeklärt hat. Wir werden dieselben weiter unten vornehmen, nachdem wir auf andere Gegengründe geantwortet haben, welche diesem System zu widersprechen scheinen. Indem ich nunmehr zur Erklärung und Beantwortung der genannten drei schwerwiegendsten Einwürfe übergehe, behaupte ich, dafs die beiden ersten nicht nur nicht in Widerspruch mit dem kopernikanischen System stehen, sondern unzweifelhaft aufserordentlich zu seinen Gunsten sprechen; denn Mars und Venus zeigen wirklich in dem angegebenen Verhältnis Unterschiede ihrer scheinbaren Gröfse, und Venus zeigt sich wirklich vor der Sonne sichelförmig und verändert ihr Aussehen genau in der gleichen Weise wie der Mond.

Erwiderung auf die ersten drei Einwürfe gegen das kopernikanische System.

Sagr. Wieso aber blieb dies dem Kopernikus verborgen, während es Euch bekannt ist?

Salv. Diese Dinge können nur vermöge des Gesichtssinnes wahrgenommen werden, welchen die Natur den Menschen nicht in solcher Vollkommenheit verliehen hat, dafs er es bis zur Wahrnehmung solcher Unterschiede brächte; vielmehr bereitet das Schwerkzeug selber sich Hindernisse. Nachdem es aber in unseren Tagen Gott gefallen hat, dem Menschengeiste eine so wunderbare Erfindung zu vergönnen, welche die Schärfe unseres Gesichts vier-, sechs-, zehn-, zwanzig-, dreifsig- und vierzigmal zu vergröfsern vermag, sind unendlich viele Dinge, die uns entweder infolge ihrer Entfernung oder wegen ihrer aufserordentlichen Kleinheit unsichtbar waren, mit Hilfe des Fernrohrs deutlich sichtbar geworden.

Sagr. Aber Venus und Mars gehören doch nicht zu den Objekten, die wegen ihrer Entfernung oder Kleinheit unsichtbar sind, wir nehmen sie vielmehr mit dem einfachen unbewaffneten Auge wahr. Warum also merken wir nichts von den Unterschieden ihrer Gröfse und ihres Aussehens?

Salv. Es spielt dabei ein vom Auge selbst ausgehendes Hindernis eine wichtige Rolle, wie ich eben schon angedeutet habe.[39]) Glänzende und weit entfernte Objekte werden nämlich von ihm nicht einfach und scharfbegrenzt wiedergegeben, sondern es liefert uns Bilder, die mit einem Kranz von Strahlen umrahmt sind. Diese hinzukommenden fremdartigen Strahlen sind so lang und dicht, dafs der eigentliche Kern uns zehn-, zwanzig-, hundert- und tausendmal gröfser vorkömmt, als er sich zeigen würde, wenn man die ihm nicht angehörige Strahlenkrone entfernte.

Woher es kommt, dafs Venus und Mars nicht in dem Mafse ihre scheinbare Gröfse wechseln, wie es eigentlich der Fall sein sollte.

Sagr. Jetzt erinnere ich mich über diesen Gegenstand etwas gelesen zu haben, ich weifs nicht, war es in den „Sonnenbriefen“ oder in dem „Goldwäger“ unseres gemeinsamen Freundes. Aber es wird unter allen Umständen gut sein, sowohl um meine Erinnerung aufzufrischen, als für das Verständnis Signore Simplicios, der diese Schriften vielleicht nicht unter Händen gehabt hat[10]), wenn Ihr uns deutlicher auseinandersetzt, wie es damit steht. Die Bekanntschaft mit dieser Frage ist, glaube ich, sehr notwendig, um das verstehen zu können, wovon wir augenblicklich handeln.

Simpl. Für mich ist in der That alles, was Signore Salviati augenblicklich vorbringt, neu; denn, um die Wahrheit zu sagen, ich habe bisher wenig Lust verspürt, dergleichen Bücher zu lesen, und habe dem neuerdings eingeführten Fernrohr nicht viel Vertrauen entgegengebracht. Indem ich vielmehr den Fufsstapfen meiner Kollegen, der anderen peripatetischen Philosophen, folgte, habe ich für Trug- und Wahngebilde der Glaslinsen gehalten, was andere als staunenswerte Leistungen priesen. Sollte ich mich jedoch bislang geirrt haben, so wird es mir angenehm sein über meinen Irrtum Belehrung zu erhalten. Verlockt durch das andere Neue, das ich von Euch gehört habe, werde ich mit erhöhter Aufmerksamkeit Eueren ferneren Worten lauschen.

Die Wirksamkeit des Fernrohrs von den Peripatetikern für trügerisch gehalten.

Salv. Die hohe Meinung dieser Menschenklasse von ihrer eigenen Klugheit ist ebenso unberechtigt wie die Geringschätzung, mit welcher sie die Urteilsfähigkeit anderer behandeln. Es will viel heifsen, dafs sie glauben, ein derartiges Instrument besser beurteilen zu können, ohne es jemals geprüft zu haben, als die Leute, die tausend und abertausend Beobachtungen mit seiner Hilfe angestellt haben und noch jeden Tag anstellen. Doch lassen wir diese starrköpfige Sorte lieber aus dem Spiel, man kann sie ja nicht einmal kritisieren, ohne ihr mehr Ehre zu erweisen, als sie verdient. — Um nun zu unserem Gegenstande zurückzukehren, so bemerke ich, dafs glänzende Objekte, sei es nun, dafs sich ihr Licht in der über der Pupille vorhandenen Feuchtigkeit bricht, oder dafs es an den Wimperrändern zurückgeworfen wird und seine Reflexe ebenfalls auf die Pupille fallen, oder sei es aus einem anderen Grunde, sich unserem Auge mit neuen Strahlen umgeben zeigen und darum sehr viel gröfser scheinen, als sie ohne eine solche Irradiation aussehen würden. Diese Vergröfserung erfolgt nun in immer wachsendem Verhältnis, je kleiner die leuchtenden Objekte sind: ganz in derselben Weise, wie wenn wir etwa annähmen, die hinzugefügte Strahlenkrone habe eine Breite von vier Zoll; ein solcher Zuwachs würde dann nämlich bei einem Kreise von vier Zoll

Glänzende Objekte scheinen von nicht dazu gehörigen Strahlen umgeben zu sein.

Warum leuchtende Körper um so stärker

vergrofsert erscheinen, je kleiner sie sind.

Durchmesser eine neunmal so grofse scheinbare Ausdehnung im Gefolge haben; aber . . . .

Simpl. Ihr habt wahrscheinlich eine dreimal so grofse Ausdehnung sagen wollen; denn vier Zoll hüben und vier Zoll drüben an den Durchmesser eines Kreises angesetzt, der selbst vier Zoll lang ist, liefern einen dreifach, nicht einen neunfach so grofsen Betrag.

Die Flächeninhalte der Figuren wachsen im doppelten Verhältnis ihrer Linien.

Salv. Ein klein wenig Geometrie, Signore Simplicio! Allerdings wächst der Durchmesser auf den dreifachen Betrag an, aber der Flächeninhalt — und das ist es, wovon wir hier sprechen — wächst auf den neunfachen Betrag an. Die Flächen zweier Kreise nämlich, Signore Simplicio, verhalten sich zu einander wie die Quadrate ihrer Durchmesser. Ein Kreis also von vier Zoll Durchmesser verhält sich zu einem anderen von zwölf Zoll Durchmesser, wie das Quadrat von vier zu dem Quadrate von zwölf, d. h. wie sechszehn zu hundertvierundvierzig; letzterer wird also neunmal und nicht dreimal so grofs sein. So viel zur Aufklärung des Signore Simplicio. Wenn wir nun, um jetzt weiter zu gehen, den nämlichen Strahlenkranz von vier Zoll einem Kreise hinzufügen, der blofs zwei Zoll Durchmesser besitzt, so würde der Durchmesser des Kranzes doch noch zehn Zoll betragen und somit die Fläche des Kreises zu dem von dem blofsen Kerne bedeckten Raume sich verhalten wie hundert zu vier, denn dies sind die Quadrate von zehn und zwei; die Vergröfserung wäre also in diesem Falle eine 25-fache. Fügt man schliefslich den vier Zoll breiten Strahlengürtel einem kleinen Kreise von ein Zoll Durchmesser hinzu, so würde dieser eine 81-fache Vergröfserung erfahren: und so findet die Zunahme in immer stärkerem und stärkerem Verhältnis statt, je nachdem die wirklichen Objekte, die den Zuwachs erleiden, kleiner und kleiner werden.

Sagr. Die Schwierigkeit, an der Signore Simplicio Anstofs genommen hat, hat mir nicht zu schaffen gemacht, wohl aber sind es einige andere Umstände, über welche mir Aufklärung erwünscht wäre. Insbesondere möchte ich wissen, woraufhin Ihr so bestimmt versichert, dafs der Zuwachs bei allen sichtbaren Objekten stets der gleiche sei.

Je lebhafter die Objekte leuchten, einen um so stärkeren Zuwachs scheinen sie zu erleiden.

Salv. Zum Teil habe ich mich schon darüber ausgesprochen, indem ich sagte, dafs blofs glänzende Objekte diesen Zuwachs erfahren, nicht aber dunkele. Es erübrigt noch die weitere Bemerkung hinzuzufügen, dafs von den glänzenden Objekten diejenigen mit lebhafterem Lichte einen gröfseren und stärkeren Reflex auf die Pupille werfen und infolge dessen eine sehr viel stärkere scheinbare Vergröfserung erleiden als die weniger hellen. Um mich nicht länger bei diesem einzelnen Punkte aufzuhalten, lafst uns sehen, was die wahre Meisterin uns lehrt. Betrachten wir heute Abend, wenn es völlig

dunkel geworden ist, den Jupiter; wir werden ihn in hell strahlendem Lichte und sehr grofs erblicken. Danach wollen wir unseren Blick auf ihn durch ein Rohr richten oder auch durch eine Öffnung, welche wir an der geballten und dem Auge genäherten Faust zwischen der Handfläche und den Fingern lassen wollen, oder endlich auch durch ein Loch, das wir mit einer feinen Nadel in ein Blatt Papier stechen. Wir werden dann dieselbige Scheibe des Jupiter frei von Strahlen sehen, aber so winzig, dafs wir sie wohl für 60mal kleiner halten werden im Vergleich zu der grofsen Flamme, als welche sie dem bloßen Auge erscheint. Wir können sodann den Sirius betrachten, den schönsten und gröfsten aller Fixsterne, der dem unbewaffneten Auge nicht sehr viel kleiner erscheint als Jupiter. Nimmt man ihm aber auf die beschriebene Weise seinen Strahlenkranz, so wird seine Scheibe so klein aussehen, dafs man sie kaum auf den 20. Teil der Jupiterscheibe schätzen wird; ja, wer nicht ganz vorzügliche Augen hat, wird sie nur mit gröfster Mühe wahrnehmen. Daraus läfst sich füglich schliefsen, dafs dieser Stern wegen der dem Jupiter überlegenen Lebhaftigkeit seines Lichtes eine gröfsere Irradiation hervorruft als Jupiter. Die Irradiation der Sonne und des Mondes endlich ist infolge ihrer Gröfse fast verschwindend klein; diese allein beanspruchte schon in unseren Augen einen solchen Raum, dafs für die hinzukommenden Strahlen kein Platz bleibt und demnach ihre Scheiben scharf geschnitten und begrenzt aussehen. Wir werden uns von derselben Wahrheit durch einen weiteren, öfters von mir angestellten Versuch überzeugen können; von derselben Wahrheit, sage ich, dafs nämlich die lebhafter leuchtenden Körper sich mit einem gröfseren Strahlengürtel umgeben als die matter leuchtenden. Ich habe öfters Jupiter und Venus gleichzeitig in einem Abstande von 25 bis 30 Grad von der Sonne gesehen. Wenn es nun recht dunkel war, schien Venus wohl acht- oder zehnmal gröfser, solange man beide Sterne mit bloßem Auge betrachtete. Durchs Fernrohr betrachtet, bemerkte man hingegen, dafs die Jupitersscheibe in Wahrheit mehr als viermal so grofs ist, wie die der Venus, die Lebhaftigkeit des Glanzes der Venus hingegen war unvergleichlich gröfser als das matte Licht des Jupiter; dies rührt einfach daher, dafs Jupiter sehr weit von der Sonne und von uns entfernt ist, Venus hingegen nahe bei uns und der Sonne steht. Nach diesen Erklärungen wird es sich nunmehr ohne Mühe einsehen lassen, wieso Mars, wenn er in Opposition zur Sonne ist und also der Erde mehr als siebenmal näher steht wie gegen die Zeit der Konjunktion, kaum vier- oder fünfmal gröfser in jenem Falle als in diesem erscheint, während er uns eigentlich mehr als 50mal so grofs

Leicht anzustellender Versuch, der die Vergrößerung der Sterne durch die hinzukommenden Strahlen beweist.

Jupiter erfährt eine geringere Vergrößerung als Sirius

Sonne und Mond erfahren nur geringe Vergrößerung.

Es wird durch einen evidenten Versuch nachgewiesen, daß heller glänzende Körper eine stärkere Irradiation hervorrufen als minder leuchtende.

erscheinen sollte. Die Ursache davon ist eben die Irradiation; beraubten wir ihn nämlich der hinzukommenden Strahlen, so werden wir ihn genau in dem richtigen Verhältnis vergrößert finden. Um ihm nun den Haarkranz wegzunehmen, ist das einzige und beste Mittel das Fernrohr, welches seine Scheibe 900- bis 1000mal vergrößert und sie uns scharfgeschnitten und begrenzt zeigt wie die des Mondes; dabei tritt der in den beiden Stellungen zu erwartende Wechsel in der scheinbaren Größe genau im richtigen Verhältnis wirklich hervor. — Im Falle der Venus, die bei ihrer abendlichen Konjunktion, also vor der Sonne, sich fast 40mal größer zeigen müßte als bei der anderen morgendlichen Konjunktion, und die gleichwohl noch nicht doppelt so groß aussieht, kommt außer der Wirkung der Irradiation noch hinzu, daß sie sichelförmig ist. Ihre Hörner, abgesehen davon, daß sie überhaupt dünn sind, werden vom Sonnenlichte schräg getroffen und daher nur matt beleuchtet: da also Licht nur in geringer Menge und geringer Intensität vorhanden ist, so stellt sich eine nicht so ausgiebige und lebhafte Irradiation ein, als wenn sie uns ihre ganz beleuchtete Hälfte zukehrt. Das Fernrohr zeigt uns aber auch ihre Hörner so scharf begrenzt und deutlich wie die des Mondes, und die Beobachtung lehrt, daß sie einem sehr großen Kreise angehören, einem Kreise, der in 40fachem Verhältnis größer ist als ihre Scheibe zur Zeit, wo sie sich oberhalb der Sonne befindet bei ihrem letzten Erscheinen als Morgenstern.

Das Fernrohr das beste Mittel den Sternen die Strahlenkrone zu benehmen.

Zweite fernere Ursache für den geringen scheinbaren Größenzuwachs der Venus.

Sagr. O Nikolaus Kopernikus, wie hättest du dich gefreut, durch so klare Thatsachen dein System nach dieser Seite hin bestätigt zu sehen!

Salv. Ja, aber wieviel geringer wäre der Ruhm seiner Geistesgröße in den Augen der Sachverständigen! Sieht man doch, wie ich schon vorhin hervorhob, daß er seiner Behauptung stets treu blieb, bloß von Vernunftgründen geleitet, während die sinnlichen Erfahrungen das Gegenteil zu lehren schienen. Ich kann darum nicht aufhören zu staunen, daß er ohne Unterlaß dabei blieb zu sagen, Venus kreise um die Sonne und sei zu einer Zeit sechsmal so weit von uns entfernt als zu einer anderen und zeige sich uns trotzdem stets in derselben Größe, während sie eigentlich 40mal größer aussehen müßte.

Kopernikus durch bloße Vernunftgründe überzeugt trotz widersprechender sinnlicher Wahrnehmungen.

Sagr. Bei Jupiter, Saturn und Merkur, meine ich, müssen gleichfalls die Unterschiede in den scheinbaren Größen genau dem Wechsel ihrer Entfernungen entsprechen.

Salv. Bei den beiden oberen habe ich das in der That mit aller Genauigkeit beinahe alljährlich seit 22 Jahren beobachtet. Bei Merkur

lassen sich keine ausschlaggebenden Beobachtungen anstellen, weil er nur während seiner gröfsten Elongationen sichtbar ist; bei diesen aber ist seine Entfernung von der Erde nicht merklich verschieden und daher sind jene Unterschiede nicht wahrzunehmen. Ebenso steht es auch mit seinen Phasenänderungen, die unbedingt ebenso wie bei Venus stattfinden müssen. Wenn wir ihn sehen, müfste er sich eigentlich in Form eines Halbkreises zeigen, ganz wie es bei Venus zur Zeit ihrer gröfsten Elongation der Fall ist; aber seine Scheibe ist so klein und sein Glanz wegen seiner geringen Entfernung von der Sonne so lebhaft, dafs die Kraft des Fernrohrs nicht ausreicht ihm die Haare abzurasieren und ihn völlig geschoren erscheinen zu lassen. — Es bleibt uns noch jener scheinbar so grofse Übelstand zu beseitigen, dafs von allen übrigen Planeten jeder für sich allein um die Sonne kreist, und dafs nur die Erde nicht einsam, sondern in Begleitung des Mondes samt der ganzen elementaren Sphäre in einem Jahre um die Sonne läuft, während sich gleichzeitig der Mond jeden Monat um die Erde dreht. Hier mufs man von neuem in laute Bewunderung ausbrechen und den staunenswerten Scharfsinn des Kopernikus preisen, zugleich aber sein Mifsgeschick beklagen, dafs er nicht zu unserer Zeit lebt, wo die anscheinende Absurdität einer gemeinschaftlichen Bewegung von Erde und Mond beseitigt ist, indem wir im Jupiter gleichsam eine zweite Erde kennen gelernt haben, der nicht in Gesellschaft nur eines Mondes, sondern sogar von vier Monden begleitet in 12 Jahren um die Sonne läuft samt alle dem, was etwa innerhalb der Bahnen der vier Mediceischen Gestirne enthalten sein mag.

Merkur läfst keine deutlichen Beobachtungen zu.

Beseitigung des Bedenkens, dafs die Erde sich nicht allein, sondern in Begleitung des Mondes um die Sonne bewegt.

Sagr. Aus welchem Grunde nennt Ihr die vier Jupiterbegleiter Monde?

Salv. Als solche erscheinen sie dem, der sie vom Jupiter aus beobachtet. Denn sie sind an und für sich dunkel und empfangen ihr Licht von der Sonne, wie daraus hervorgeht, dafs sie verfinstert werden, sobald sie in den Schattenkegel des Jupiter eintreten. Weil nun blofs diejenige Hälfte derselben erleuchtet wird, die der Sonne zugekehrt ist, so erscheinen sie uns, die wir uns aufserhalb ihrer Bahnen und in gröfserer Nähe bei der Sonne befinden, allerdings ganz hell; einem etwaigen Beobachter auf dem Jupiter hingegen würden sie nur in den oberen Teilen ihrer Bahnen voll beleuchtet erscheinen, während sie vom Jupiter aus gesehen in den unteren Teilen, d. h. zwischen Jupiter und Sonne, Sichelform zeigen würden, kurz den Jupiterbewohnern dieselben Phasenänderungen darböten wie uns Erdbewohnern der Mond. Ihr seht nun, in wie wunderbarem Einklang mit dem kopernikanischen Systeme die drei von uns berührten Saiten

Die Mediceischen Gestirne sind gleichsam vier Monde um Jupiter

stehen, die anfangs solchen Mifsklang zu geben schienen. Gleichzeitig wird Signore Simplicio daraus entnehmen können, wie wahrscheinlich die Schlufsfolgerung ist, dafs nicht die Erde, sondern die Sonne im Mittelpunkte der Planetenbahnen steht. Da nun die Erde zwischen Weltkörper zu stehen kommt, die sich unzweifelhaft um die Sonne bewegen, nämlich über Merkur und Venus, hingegen unter Saturn, Jupiter und Mars, wie sollte es nicht für höchst wahrscheinlich, ja vielleicht für notwendig zu gelten haben, dafs auch sie um die Sonne läuft?

Simpl. Es handelt sich um so bedeutende und in die Augen fallende Vorgänge, dafs Ptolemäus und seine Anhänger unmöglich in Unkenntnis darüber gewesen sein können; und hatten sie Kenntnis davon, so müssen sie doch notwendig eine Art und Weise ausfindig gemacht haben, um von derartigen, so handgreiflichen Erscheinungen befriedigend Rechenschaft zu geben; ihre Erklärung mufs sogar sehr wohl mit den Thatsachen übereinstimmen und grofse Wahrscheinlichkeit für sich haben, da sie so lange Zeit hindurch so viele, viele Anhänger gefunden hat.

Hauptziel der Astronomie ist, Rechenschaft von den Erscheinungen abzulegen

Salv. Euere Bemerkungen sind ganz richtig. Ihr müfst aber wissen, dafs das hauptsächliche Ziel der Astronomen von Fach kein anderes ist, als nur Rechenschaft von den Erscheinungen an den Himmelskörpern abzulegen.[11]) Um diese und die Bewegungen der Gestirne zu erklären, suchen sie einen passenden Aufbau durch Zusammensetzung von Kreisen herzustellen, derart dafs die auf Grund einer solchen Annahme gewonnenen Rechnungsergebnisse Bewegungen liefern, die mit den Erscheinungen selbst übereinstimmen, wobei ihnen wenig darauf ankommt, irgend welche ganz ungeheuerliche Hypothese zu benutzen, die thatsächlich aus anderen Rücksichten Anstofs erregend sein könnte. Kopernikus selbst schreibt, er habe bei seinen ersten Studien die astronomische Wissenschaft auf Grund der unveränderten Voraussetzungen des Ptolemäus neu zu gestalten gesucht und die Bewegungstheorieen der Planeten derart verbessert, dafs die Rechnungen mit den Erscheinungen und die Erscheinungen mit den Rechnungen sehr wohl übereinstimmten, nur insoweit jedoch als man einzeln Planet für Planet vornahm. Er fügt aber hinzu, dafs er danach versucht habe, den gesamten Bau aus den Einzelkonstruktionen zusammenzufügen; da sei daraus ein Ungetüm, eine Chimäre entsprungen, zusammengesetzt aus den ungleichartigsten, völlig unvereinbaren Gliedern, sodafs zwar die Aufgabe des rechnenden Fachastronomen eine befriedigende Lösung gefunden habe, nicht aber habe der Astronom als Philosoph sich daran genügen lassen können. Da er aber sehr wohl einsah, dafs, wenn

Kopernikus reformierte die Astronomie auf Grund der ptolemäischen Voraussetzungen.

schon die Himmelserscheinungen aus falschen Annahmen heraus allenfalls eine Erklärung finden konnten, dies noch weit besser auf Grund wirklich zutreffender Voraussetzungen möglich sein müsse, so begann er sorgfältig nachzuforschen, ob einer der bedeutenden Männer des Altertums der Welt einen anderen Bau zugeschrieben habe als den allgemein gebilligten des Ptolemäus. Er fand nun, dafs einige Pythagoreer der Erde speciell die tägliche Umdrehung, andere ihr auch die jährliche Bewegung beigelegt hatten; da machte er sich denn daran, mit diesen beiden neuen Voraussetzungen die Erscheinungen und Besonderheiten der Planeten in Übereinstimmung zu bringen, Dinge, welche ihm alle bequem zur Hand waren. Als er nun schliefslich sah, dafs das Ganze auf wunderbar einfache Weise in Harmonie stand mit seinen Teilen, so nahm er dieses neue Weltsystem an und fand in ihm Befriedigung.[42])

Was Kopernikus bewog sein System aufzustellen.

Simpl. Was aber haften dem ptolemäischen Systeme für Ungeheuerlichkeiten an, die in diesem Systeme des Kopernikus nicht überboten würden?

Salv. Bei Ptolemäus finden sich die Übel, bei Kopernikus ihre Heilung. Werden nicht erstlich alle Philosophenschulen es als grofsen Mifsstand bezeichnen, dafs ein Körper, der sich von Natur im Kreise dreht, eine unregelmäfsige Bewegung um seinen eigenen Mittelpunkt, eine regelmäfsige Bewegung hingegen um einen anderen Punkt ausführt? Und doch kommen solche mifsgestaltete Bewegungen in dem Bau des Ptolemäus vor, bei Kopernikus hingegen sind sie alle um ihren eigenen Mittelpunkt gleichförmig. Bei Ptolemäus mufs man den Himmelskörpern entgegengesetzte Bewegungen zuschreiben und sie alle von Osten nach Westen sich bewegen lassen und dabei gleichzeitig von Westen nach Osten, während bei Kopernikus alle Umdrehungen nach einer Richtung von Abend nach Morgen gerichtet sind. Wie steht es nun aber gar mit der so mifsgestalteten scheinbaren Bewegung der Planeten, welche nicht nur bald schneller, bald langsamer vorwärts gehen, sondern bisweilen vollständig stehen bleiben und nachher sogar eine bedeutende Strecke rückwärts gehen? Um diesen Erscheinungen Rechnung zu tragen, hat Ptolemäus eine Menge von Epicykeln eingeführt, welche er der Reihe nach für jeden besonderen Planeten nach etlichen schlecht zusammenstimmenden Bewegungsgesetzen zurechtstutzte: diese werden sämtlich durch eine höchst einfache, der Erde beigelegte Bewegung beseitigt. Müfst Ihr ferner, Signore Simplicio, es nicht für eine aufserordentliche Absurdität erklären, wenn man auf Grund des ptolemäischen Systemes, in welchem jedem Planeten besondere Sphären angewiesen sind, gleichwohl

Übelstände, welche dem ptolemäischen Systeme anhaften.

häufig sagen mufs, dafs Mars, welcher über der Sphäre der Sonne untergebracht ist, tiefer herabsteigt als die Sonne, also deren Sphäre durchbricht und der Erde näher kommt als der Sonnenball, kurz darauf aber wieder über die Mafsen höher hinansteigt als diese? Und doch wird diesen und ähnlichen Monstrositäten durch die alleinige, höchst einfache jährliche Erdbewegung abgeholfen.

Sagr. Wie dieses Stehenbleiben, Rückwärts- und Vorwärtsgehen, welches mir immer sehr unwahrscheinlich vorgekommen ist, im kopernikanischen Systeme vor sich geht, möchte ich gerne des näheren erfahren.

Höchst bedeutsames Argument zu Gunsten des Kopernikus ist die Beseitigung des Stillestehens und Rückwärtsgehens bei den Planetenbewegungen.

Salv. Ihr werdet diese Vorgänge derart erklärt finden, Signore Sagredo, dafs schon diese Theorie allein ausreichen müfste, um jeden, der nicht mehr als starrköpfig und unlenksam ist, zur Beistimmung auch zu den übrigen Teilen der Lehre zu veranlassen. Ich teile Euch also mit, dafs, ohne jedwede Änderung an der 30-jährigen Periode des Saturn, der 12-jährigen des Jupiter, der 2-jährigen des Mars, der 9-monatlichen der Venus und der etwa 80-tägigen des Merkur die

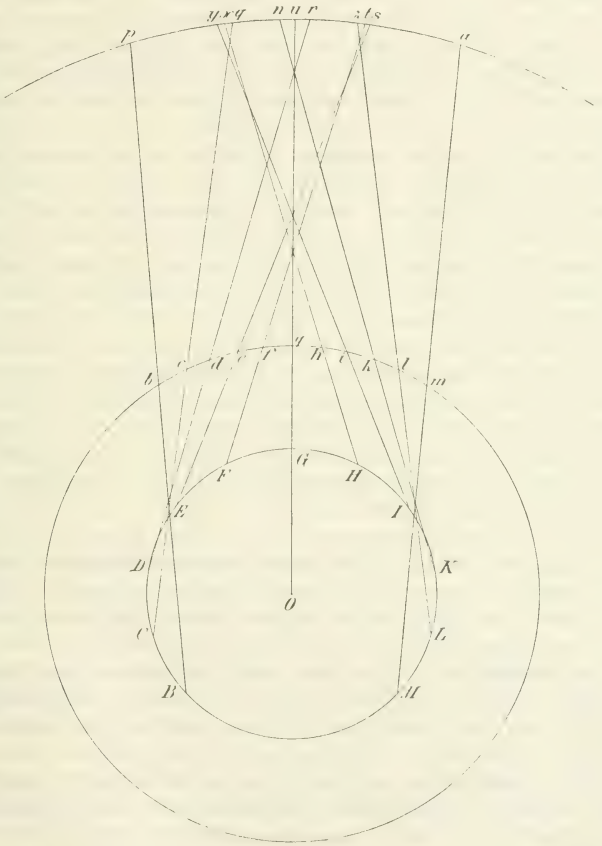
Die blofse jährliche Bewegung der Erde verursacht die grofsen Ungleichheiten in den Bewegungen der fünf Planeten.

blofse jährliche Bewegung der Erde zwischen Mars und Venus die anscheinenden Ungleichheiten in den Bahnen der fünf genannten Gestirne verursacht. Behufs leichteren und gründlicheren Verständnisses der Sache will ich die entsprechende Figur konstruieren. Nehmt also an, im Mittelpunkte O stehe die Sonne; wir wollen um diese den

Nachweis der Ungleichheiten der drei oberen Planeten, welche durch die jährliche Bewegung der Erde bedingt sind.

Kreis BGM zeichnen, der von der Erde im Laufe eines Jahres beschrieben wird, und ferner den Kreis, der z. B. von Jupiter in 12 Jahren um die Sonne beschrieben wird, letzterer möge bgm heifsen; endlich denken wir uns an der Sternensphäre den Tierkreis yus. Überdies wollen wir auf der jährlichen Bahn der Erde eine Anzahl gleicher Bogen annehmen BC, CD, DE, EF, FG, GH, HI, IK, KL, LM. Auf dem Kreise des Jupiter zeichnen wir andere Bogen, die in denselben Zeiträumen zurückgelegt werden, in welchen die Erde die ihrigen zurücklegt, sie mögen heifsen bc, cd, de, ef, fg, gh, hi, ik, kl, lm; diese werden in demselben Verhältnis kleiner sein als die auf der Erdbahn angenommenen, wie die Bewegung Jupiters unter dem Tierkreis hin langsamer erfolgt als die jährliche Bewegung. Angenommen nun zur Zeit, wo die Erde sich in B befindet, befinde sich Jupiter in b, so wird er uns im Tierkreise in p zu stehen scheinen, wenn man die gerade Linie Bbp zieht. Man denke sich jetzt die Erde von B nach C fortbewegt und gleichzeitig Jupiter von b nach c; Jupiter wird uns dann im Tierkreise nach q gerückt erscheinen und zwar in rechtläufiger Bewegung nach der Ordnung der Zeichen p, q. Geht dann die Erde nach D und Jupiter nach d, so wird er scheinbar in

den Punkt r des Tierkreises zu stehen kommen, von E aus wird er, nachdem er inzwischen in e angelangt ist, im Punkte s des Tierkreises erscheinen, immer noch in rechtläufiger Bewegung. Wenn aber allmählich die Erde sich mehr in die gerade Richtung zwischen Jupiter



und Sonne schiebt, wenn sie etwa in F und Jupiter in f angekommen ist, so wird er in t bereits begonnen haben, eine scheinbar rückläufige Bewegung im Tierkreise anzunehmen. In der Zeit, wo die Erde den Bogen EF zurückgelegt hat, wird Jupiter zwischen den Punkten s

und t verweilt und für uns fast so ausgesehen haben, als stünde er stille und sei stationär geworden. Kommt dann die Erde nach G und Jupiter nach g in Opposition zur Sonne, so zeigt er sich im Tierkreis an der Stelle u und hat sich scheinbar um ein grofses Stück, nämlich um den vollen Bogen tu des Tierkreises, rückwärts bewegt; in Wirklichkeit jedoch ist er ohne Unterbrechung seines gleichförmigen Laufs stets vorwärts gegangen, und zwar nicht nur in seiner Bahn, sondern auch im Tierkreis mit Rücksicht auf dessen Mittelpunkt und auf die Sonne, die in diesem Mittelpunkte steht. Wenn nun Erde und Jupiter ihre Bewegungen fortsetzen, wenn die Erde in H, Jupiter in h angelangt ist, so wird er scheinbar wiederum um ein grofses Stück rückwärts gegangen sein, nämlich um den ganzen Bogen ux des Tierkreises. Ist die Erde in I, Jupiter in i eingetroffen, so wird dieser scheinbar die kleine Strecke xy zurückgelegt haben und dort stationär scheinen. Wenn nun in der Folge die Erde nach K, Jupiter nach k gekommen ist, so hat er den Bogen yn in rechtläufigem Sinne beschrieben, in Fortsetzung ihrer Bahn wird die Erde von L aus den in l befindlichen Jupiter im Punkte z erblicken, und schliefslich scheint Jupiter, wenn er in m steht, von der Erde M aus nach a gerückt zu sein und zwar ebenfalls in rechtläufiger Bewegung. Sein ganzer scheinbarer Rückgang im Tierkreis ist daher vom Betrage des Bogens sy; er scheint diesen Bogen zurückgelegt zu haben, wenn er in Wirklichkeit in seiner Bahn die Strecke ei, die Erde in der ihrigen die Strecke EI beschrieben hat.

Rücklaufige Bewegung häufiger bei Saturn, seltener bei Jupiter, noch seltener bei Mars und Erklärung dafür.

Was hier von Jupiter gesagt worden ist, gilt ebenso von Saturn und Mars, nur dafs bei Saturn solche Rückgänge bedeutend häufiger vorkommen als bei Jupiter, weil seine Bewegung langsamer ist als die des Jupiter, und die Erde ihn also in kürzeren Zeiträumen einholt; bei Mars hingegen sind sie seltener, weil seine Bewegung schneller ist als die Jupiters, und die Erde also mehr Zeit gebraucht, um ihn einzuholen. — Was sodann Venus und Merkur betrifft, deren Kreisbahnen von der der Erde umschlossen werden, so ist auch bei ihnen das scheinbare Stillestehen und Rückwärtsgehen nicht etwa eine Folge ihrer wirklichen Bewegungen, sondern wird von der jährlichen Bewegung der Erde verursacht, wie Kopernikus scharfsinnig mit Berufung auf Apollonius von Perga[E]) im 35. Kapitel des 5. Buches seiner *Revolutiones* nachweist.

Nachweis der rücklaufigen Bewegungen bei Venus u. Merkur durch Apollonius und Kopernikus.

Ihr seht hieraus, wie leicht und einfach sich Rechenschaft von den scheinbar so auffälligen Vorgängen geben läfst, welche man bei den Bewegungen der fünf Planeten Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur beobachtet, sobald man die jährliche Bewegung der Erde zuschreibt; alles Sonderbare wird damit beseitigt und auf gleichförmige,

Die jährliche Bewegung der Erde ist am besten geeignet, die auffallenden Bewegungen der fünf Planeten zu erklären.

regelmäfsige Bewegungen zurückgeführt: und der erste, der uns die Ursache dieser wunderbaren Erscheinung klargelegt hat, ist Nikolaus Kopernikus gewesen.

Aber noch einen anderen, nicht minder wunderbaren Anhaltspunkt, der vielleicht mit noch unwiderstehlicherem Zwange den widerstrebenden menschlichen Intellekt nötigt, jenen jährlichen Umlauf zuzugeben und ihn der Erde zuzuschreiben, giebt uns die Sonne selbst auf neue und überraschende Weise an die Hand. Sie wollte nicht, so scheint es, allein sich weigern, Zeugnis zu Gunsten eines so bedeutsamen Ergebnisses abzulegen; sie wollte vielmehr als ein über jeden Einwand erhabener Zeuge auch ihren Teil daran haben. Vernehmet denn das hohe, neue Wunder![44])

Die Sonne selbst bezeugt, dafs die jährliche Bewegung der Erde zukommt.

Der erste Entdecker und Beobachter der Sonnenflecken, wie aller übrigen neuen Himmelserscheinungen, war unser Freund von der Akademie *dei Lincei*. Er entdeckte dieselben im Jahre 1610, als er noch den Lehrstuhl für Mathematik an der Universität von Padua innehatte, woselbst er ebenso wie in Venedig mit verschiedenen, zum Teil noch am Leben befindlichen Leuten darüber sprach. Ein Jahr später zeigte er sie in Rom vielen Personen, wie er in dem ersten seiner Briefe an *Markus Welser*, den Duumvirn von Augsburg, versichert. Er war der erste, der die Ansicht der allzu Zaghaften und auf die Unveränderlichkeit des Himmels Erpichten bekämpfte und behauptete, dafs besagte Flecke Materien seien, die innerhalb kurzer Zeiträume entständen und sich wieder auflösten; dafs sie, was ihren Ort betreffe, mit dem Sonnenballe in unmittelbarer Berührung stünden; dafs sie sich um diesen drehten, oder aber ihre Umläufe vollzögen, indem sie von dem Sonnenballe selbst weitergeführt würden, der in Zeit von etwa einem Monat sich um seinen eigenen Mittelpunkt drehe. Seine anfängliche Ansicht war, dafs die Sonne diese Bewegung um eine zur Ekliptik senkrechte Achse ausführt; denn die von genannten Flecken auf der Sonnenscheibe beschriebenen Bogen erschienen unserem Auge gerade und parallel zur Ebene der Ekliptik. Allerdings wurden dieselben zum Teil durch etliche zufällige, unbestimmte und unregelmäfsige Bewegungen beeinflufst, welchen die Flecken unterworfen sind, und infolge deren sie in ihrer gegenseitigen Lage völlig gesetzlose Störungen erleiden, bald sich mehr zusammendrängen, bald sich wieder trennen, so dafs hie und da einer in mehrere Stücke zerfällt, und bedeutende, meist sehr sonderbare Gestaltsveränderungen durchmacht. Trotzdem diese unregelmäfsigen Veränderungen einigermafsen den periodischen primären Umlauf der Flecken beeinflufsten, so liefs sich doch unser Freund in seiner Ansicht keineswegs beirren und glaubte nun nicht etwa, dafs diese Abweichungen

Das Mitglied der Akademie *dei Lincei* erster Entdecker der Sonnenflecken, wie aller übrigen neuen Himmelserscheinungen. Geschichte der fortschreitenden Beobachtungen, welche der Akademiker an den Sonnenflecken anstellte.

eine wesentliche, gesetzliche Ursache hätten; er blieb vielmehr dabei, dafs die ganze anscheinende Modifikation in jenen zufälligen Änderungen begründet sei, gerade wie solche sich zeigen müfsten, wenn man aus grofser Entfernung die Bewegung unserer Wolken betrachtete: diese werden dem Beobachter gleichfalls in sehr schneller, bedeutender und beständiger Bewegung begriffen erscheinen, sie werden innerhalb vierundzwanzig Stunden von der täglichen Rotation der Erde — wenn diese Bewegung der Erde zukommen sollte — fortgerissen werden in Kreisen, die dem Äquator parallel sind, die aber doch zum Teil gestört werden durch die von den Winden herrührenden zufälligen Bewegungen, welche sie nach verschiedenen Himmelsrichtungen aufs Ungefähr dahin treiben. Zu dieser Zeit geschah es, dafs Herr Welser einige Briefe an ihn übersendete, die, von einem gewissen Anonymus *Apelles* geschrieben, diese Flecken zum Gegenstand hatten. Gleichzeitig ersuchte ihn der Übersender, freimütig seine Meinung über besagte Briefe mitzuteilen und überdies anzudeuten, welches seine eigene Ansicht über diese Flecken sei. Dem kam er nach in drei Briefen, indem er zuerst zeigte, wie unhaltbar die Ideen des Apelles seien, und ihm zweitens seine eigene Meinung enthüllte, sowie ihm voraussagte, dafs Apelles unbedingt mit der Zeit sich eines besseren besinnen und seiner Meinung sich anschliefsen werde, wie es denn auch geschah. Weil es nun unserem Akademiker däuchte — und so meinten auch andere Kenner der Naturwissenschaften — dafs er in den genannten drei Briefen erforscht und bewiesen habe nicht vielleicht alles, was menschliche Wifsbegier fordern und wünschen mochte, aber doch was menschliche Forschung über solchen Stoff ermitteln konnte, so stellte er für einige Zeit, mit anderen Studien beschäftigt, die fortgesetzten Beobachtungen ein, und blofs aus Gefälligkeit gegen den oder jenen Freund nahm er mit einem solchen vereinzelte Beobachtungen vor. Da nach mehreren Jahren, als er und ich auf meiner Villa *delle Selve* uns aufhielten, traf er mit mir auf einen alleinstehenden, sehr grofsen und dichten Sonnenfleck, und weil uns eine überaus helle, andauernd günstige Witterung zu statten kam, so beobachteten wir auf meine Bitte den ganzen Durchgang desselben, indem wir sorgfältig von Tag zu Tag zur Zeit, wo die Sonne im Meridian stand, seinen Ort zu Papier brachten. Wie wir da nun bemerkten[42], dafs seine Bahn keineswegs geradlinig war, sondern beträchtlich gekrümmt, nahmen wir uns vor, von Zeit zu Zeit noch weitere Beobachtungen anzustellen. Für diesen Entschlufs war uns ein mächtiger Sporn der Gedanke, welcher plötzlich meinem Gaste durch den Sinn schofs und den er mir mit den Worten mitteilte: „Filippo, ich glaube, der Weg zu bedeutsamen Ergebnissen

Plötzlicher Einfall des Akademikers, die bedeutsamen Folgerungen

ist uns erschlossen. Denn wenn die Achse, um welche sich die Sonne dreht, nicht senkrecht auf der Ebene der Ekliptik steht, wie die eben beobachtete krumme Durchgangslinie mir andeutet, so werden wir Anhaltspunkte für die Stellung von Sonne und Erde gewinnen, wie sie mit solcher Sicherheit und Beweiskraft durch keine andere Erscheinung bisher geliefert worden sind.“ Von so grofser Verheifsung angeregt, bat ich ihn, er möge mir offen seinen Gedanken darlegen. Darauf er: „Wenn es die Erde ist, welche die jährliche Bewegung um die Sonne längs der Ekliptik ausführt, wenn ferner die Sonne im Mittelpunkte der Ekliptik steht und in diesem um sich selber rotiert, jedoch nicht um die Achse der Ekliptik – d. h. um die Achse der jährlichen Erdbewegung — sondern um eine geneigte Achse, so müssen sich uns seltsame Veränderungen in den scheinbaren Bewegungen der Sonnenflecken zeigen, sobald man annimmt, diese Sonnenachse bewahre beständig und unabänderlich dieselbe Schiefe und dieselbe Richtung nach einem und demselben Punkte des Weltalls. Denn läuft der Erdball in jährlicher Bewegung um die Sonne, so werden uns erstens, während wir von jenem dahin getragen werden, die Durchgangslinien der Sonnenflecken allerdings bisweilen gerade erscheinen müssen, aber nur zweimal im Jahre, zu allen anderen Zeiten werden sie merklich gekrümmte Bogen zurückzulegen scheinen. Zweitens wird uns die Krümmung dieser Bogen während einer Hälfte des Jahres entgegengesetzt gerichtet erscheinen wie in der anderen, sechs Monate hindurch wird nämlich die konvexe Seite der Bogen nach dem oberen Rande der Sonnenscheibe gekehrt sein, die übrigen sechs Monate hingegen nach dem unteren Rande. Da drittens die Flecke unserem Auge am linken Rande der Sonnenscheibe zuerst erscheinen, dort gewissermafsen aufgehen und am rechten Rande wieder verschwinden oder untergehen, so werden die östlichen Endpunkte, also die Punkte des ersten Erscheinens, sechs Monate hindurch tiefer liegen als die des Verschwindens, sechs andere Monate lang wird das Gegenteil stattfinden, es werden nämlich die Flecken an höher gelegenen Punkten aufgehen, von diesen aus sich abwärts senken und bei ihrem Laufe schliefslich an tiefer gelegenen Punkten verschwinden. Nur an zwei Tagen des ganzen Jahres werden besagte Auf- und Untergangsorte in wagrechter Linie liegen, nach diesem Zeitpunkt des Gleichgewichts wird ganz allmählich die Bahn der Flecken sich wieder zu neigen beginnen, und zwar von Tag zu Tag immer mehr, bis nach drei Monaten die gröfste Schiefe erreicht wird; von da an wird sie wieder abzunehmen beginnen und nach derselben Frist wird die zweite Gleichgewichtslage sich einstellen. Als vierte Merkwürdigkeit ist zu verzeichnen, dafs der Tag

betreffend, welche aus der Bewegung der Sonnenflecken sich ergeben.

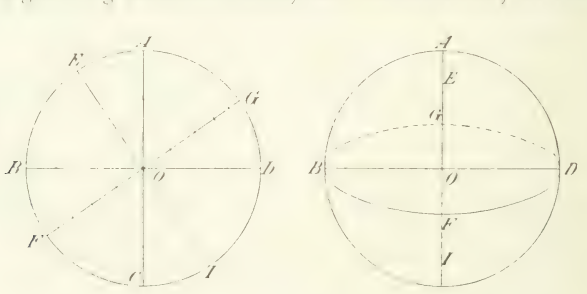
Seltsame Veränderungen, welche an den Fleckenbewegungen wahrzunehmen sind, vom Akademiker vorausgesehen für den Fall, dafs die jährliche Bewegung der Erde zukommt.

der gröfsten Schiefe derselbe ist, wie der des geradlinigen Durchgangs; am Tage des Gleichgewichts hingegen wird der Bogen der Bahn mehr als je gekrümmt erscheinen. Zu anderen Zeiten wird, je mehr die Schiefe abnimmt und sich dem Gleichgewichte nähert, die Krümmung der Durchgangsbogen im Gegenteile zunehmen."

Sagr. Ich weifs, mein lieber Signore Salviati, dafs es ungezogen ist, Eueren Vortrag zu unterbrechen, aber ich halte es für ebenso schlimm, wenn Ihr Euch weiterhin in Worten ergeht, die, wie man zu sagen pflegt, in den Wind gesprochen sind. Denn, offen gestanden, ich kann mir keine deutliche Vorstellung auch nur von einer der Folgerungen machen, die Ihr ausgesprochen habt. Da ich aber unter dem unbestimmten und verworrenen Eindruck stehe, dafs es sich um wunderbar folgenschwere Dinge handelt, möchte ich in den Stand gesetzt werden, sie einigermafsen zu begreifen.

Salv. Das Gleiche, was Ihr jetzt erlebt, widerfuhr auch mir, als mein Gast mit blofsen Worten mir davon Mitteilung machte. Er erleichterte mir dann aber das Verständnis, indem er mir den Vorgang an einem Modell versinnlichte, welches in einer einfachen Sphäre bestand[16]; er benutzte dabei einige auf ihr angebrachte Kreise, aber zu anderem Zwecke, als zu dem sie gemeinhin angewendet werden. Mangels einer Sphäre will ich statt dessen Zeichnungen auf Papier je nach Bedürfnis entwerfen. Um den ersten von mir erwähnten Umstand zu verdeutlichen, dafs nämlich die Durchgänge nur zweimal des Jahres geradlinig erscheinen können, wollen wir annehmen, der Punkt O

Erste Eigenschaft, welche bei der Bewegung der Sonnenflecken wahrzunehmen ist; in der Folge werden alle übrigen erklärt.

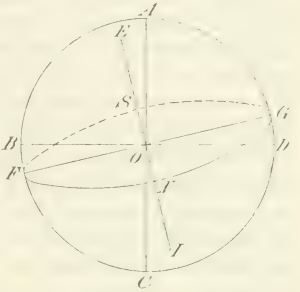


sei der Mittelpunkt der Erdbahn oder, wie wir auch sagen können, der Ekliptik und zugleich auch des Sonnenballs selber. Infolge der grofsen Entfernung zwischen der Sonne und Erde können wir annehmen, dafs wir Erdbewohner die Hälfte von jener erblicken. Der um den Mittelpunkt O beschriebene Kreis $ABCD$ soll uns demgemäfs

die äufserste Grenze vorstellen, welche die uns sichtbare Sonnenhemisphäre von der anderen verborgenen trennt und scheidet. Nun wird unser Auge ebenso wie der Mittelpunkt der Erde in der Ebene der Ekliptik befindlich gedacht, in welcher sich gleicherweise der Mittelpunkt der Sonne befindet; wenn wir uns also den Sonnenball von genannter Ebene geschnitten denken, so wird der Schnitt unserem Auge geradlinig erscheinen, etwa wie die Linie BOD. Errichtet man auf ihr die Senkrechte AOC, so wird diese die Achse der Ekliptik und der jährlichen Erdbewegung sein. Denken wir uns jetzt, dafs der Sonnenball rotiere, ohne die Lage seines Mittelpunktes zu verändern, aber nicht um die Achse AOC — welches die Senkrechte zur Ebene der Ekliptik ist — sondern um eine andere etwas geneigte, etwa die Linie EOI; denken wir uns ferner, dafs diese Achse fest und unveränderlich beständig dieselbe Neigung und Richtung nach denselben Punkten des Firmaments und Weltalls beibehalte. Nun beschreibt bei den Rotationen des Sonnenballs jeder Punkt seiner Oberfläche mit Ausnahme der Pole die Peripherie eines gröfseren oder kleineren Kreises, je nachdem er sich in gröfserer oder geringerer Entfernung von den Polen befindet. Nehmen wir demgemäfs in gleicher Entfernung von diesen beiden den Punkt F und zeichnen den Durchmesser FOG, welcher senkrecht zur Achse EI steht und welcher den Durchmesser des zu den Polen E und I gehörigen gröfsten Kreises vorstellt. Gesetzt nun die Erde und wir mit ihr befänden uns in einem Punkte der Ekliptik, von dem aus die sichtbare Hälfte der Sonne durch den Kreis $ABCD$ begrenzt erscheint, von einem Kreise also, welcher nicht nur — wie es stets der Fall ist — durch die Pole A und C, sondern auch durch die Pole E und I geht; es steht dann offenbar der gröfste Kreis mit dem Durchmesser FG senkrecht auf dem Kreise $ABCD$, und gleichfalls senkrecht auf diesem steht auch der Strahl, der von unserem Auge nach dem Centrum O führt, so dafs selbiger Strahl in die Ebene des Kreises mit dem Durchmesser FG hineinfallen mufs. Seine Peripherie wird uns folglich als eine gerade Linie erscheinen, welche mit FG identisch ist. Sobald also im Punkte F ein Fleck steht, der sodann durch die Sonnenrotation weiter geführt wird, legt er auf der Sonnenoberfläche die Peripherie desjenigen Kreises zurück, der uns als gerade Linie erscheint; seine Durchgangslinie wird sich für uns also gerade ausnehmen. — Gleichfalls geradlinig werden auch die Bewegungen anderer Flecken erscheinen, welche bei derselben Rotation kleinere Kreise beschreiben, weil diese sämtlich dem gröfsten Kreise parallel sind, und unser Auge in unendlicher Entfernung von ihnen sich befindet. Wenn Ihr nun erwägt, dafs die Erde, nachdem sie in sechs

Monaten die Hälfte ihrer Bahn zurückgelegt hat, sich alsdann gegenüber der jetzt unsichtbaren Hälfte der Sonne befindet, mithin die Grenze des nunmehr sichtbaren Teiles gleichfalls der durch die Pole E und I hindurchgehende Kreis $ABCD$ ist, so werdet Ihr einsehen, dafs die Fleckenbahnen jetzt wiederum die gleichen Eigenschaften haben müssen, d. h. sämtlich geradlinig erscheinen werden. Da aber diese Eigenschaft nur davon abhängig ist, dafs der Grenzkreis durch die Pole E, I hindurchgeht, und da vermöge der jährlichen Bewegung der Erde besagter Grenzkreis sich von Moment zu Moment ändert, so ist sein Durchgang durch die festen Pole E, I nur momentan, und daher ist auch die Zeit, während deren die Bewegungen der Flecken gerade erscheinen, nur momentan. Aus dem bisher Gesagten ergiebt sich ferner, weil die Flecken auf der Seite von F auftreten und von dort aus anfangen sich zu bewegen, sodann in der Richtung nach G weiterrücken, dafs ihre Durchgangslinien von links nach rechts aufsteigen; steht aber die Erde auf der diametral entgegengesetzten Seite, so wird das Erscheinen der Flecken in der Nähe von G allerdings auch zur Linken des Beschauers stattfinden, aber die Durchgangslinie nach F hin, also nach rechts sich senken. — Denken wir uns jetzt, die Erde habe sich um den vierten Teil ihrer Bahn von ihrer gegenwärtigen Lage entfernt, und zeichnen wir in einer zweiten Figur wie zuvor den Grenzkreis $ABCD$ und die Achse AC, durch welche die Ebene unseres Meridians hindurchgehen würde.[47]) In dieselbe Ebene mufs aber auch die Rotationsachse der Sonne mit ihren Polen hineinfallen; einer davon ist uns zugekehrt, d. h. auf der sichtbaren Hälfte gelegen, welchen wir mit E bezeichnen wollen; der andere wird in die verborgene Hemisphäre hineinfallen, ich bezeichne ihn mit I. Neigt sich also die Achse EI mit ihrem oberen Ende E gegen uns, so wird der infolge der Sonnenrotation beschriebene gröfste Kreis nunmehr $BFDG$ sein; seine uns sichtbare Hälfte, nämlich BFD, wird nun nicht mehr geradlinig erscheinen, weil die Pole E, I nicht mehr auf der Peripherie $ABCD$ liegen, sie wird vielmehr gekrümmt aussehen und zwar mit ihrer Konvexität nach C, also nach unten gekehrt. Dieselben Erscheinungen werden offenbar auch bei allen kleineren, dem gröfsten Kreise BFD parallelen Kreisen auftreten. Es versteht sich auch, dafs, wenn die Erde die diametral entgegengesetzte Lage einnimmt, wenn sie mithin die andere Sonnenhemisphäre erblickt, welche jetzt verborgen ist, sie von demselben gröfsten Kreise den Teil DGB erblicken wird, der seine Konvexität nach A, also nach oben kehrt. Die Sonnenfleckenbahnen in diesen beiden Lagen der Erde werden im ersten Falle längs des Bogens BFD, im zweiten Falle längs des Bogens DGB gelegen sein; ihre Aufgangs-

und Untergangsorte in der Nähe der Punkte B und D werden gleich hoch, nicht die einen höher oder tiefer liegen als die anderen. — Nehmen wir aber endlich die Erde in einem solchen Punkte der Ekliptik an, dafs weder der Grenzkreis $ABCD$ noch der Meridian AC durch die Pole E, I der Achse geht, wie es diese dritte Zeichnung Euch vorführt, wo der sichtbare Pol E zwischen den Bogen AB des Grenzkreises und den Schnitt des Meridianes AC fällt: dann wird FOG der Durchmesser des gröfsten Kreises, FNG der sichtbare Halbkreis und GSF der unsichtbare sein, jener mit seiner Konvexität N nach unten hin gekehrt, dieser mit seiner Wölbung S nach dem oberen Sonnenrande gewendet. Die Ein- und Austrittsstellen der Flecken, d. h. die Enden F und G werden nicht im Niveau liegen wie im vorigen Falle B und D, sondern F tiefer, G höher; jedoch wird der Unterschied geringer sein als bei der ersten Figur. Auch wird der Bogen FNG gekrümmt sein, aber nicht in dem Mafse wie im vorangehenden Falle BFD. Daher werden bei dieser Lage die Durchgänge der Flecken von der linken Seite F nach der rechten G ansteigen und in krummen Linien erfolgen. Denkt man sich dann, die Erde sei in der diametral entgegengesetzten Lage, es sei mithin die jetzt unsichtbare Seite sichtbar geworden und werde von demselben Grenzkreis $ABCD$ begrenzt, so erkennt man ohne weiteres, dafs der Lauf der Flecken längs des Bogens GSF erfolgt und zwar an dem höchstgelegenen Punkte G beginnend, welcher gleichfalls zur Linken des Beobachters liegt, und nach rechts hin absteigend und am Punkte F endend. Hat man erst die bisherigen Auseinandersetzungen verstanden, so macht es meiner Ansicht nach weiter keine Schwierigkeiten zu begreifen, wieso die veränderliche Lage des Grenzkreises, welcher bald durch die Pole der Sonnenrotation hindurchgeht, bald mehr, bald weniger weit an ihnen vorbeigeht, die sämtlichen Verschiedenheiten in dem scheinbaren Weg der Flecken herbeiführt: je mehr die Pole von dem Grenzkreise entfernt sind, um so krummer, aber um so weniger schief werden besagte Bahnen sein. Bei der gröfstmöglichen Entfernung, wenn nämlich diese Pole in der Ebene des Meridians liegen, erreicht die Krümmung ihren höchsten Betrag, die Schiefe aber ihren geringsten, nämlich den des Niveaus, wie die zweite Figur beweist. Wenn im Gegenteil die Pole auf dem Grenz-



kreise liegen, wie die erste Figur zeigt, so hat die Neigung ihren höchsten Betrag, die Krümmung aber ihren geringsten, sie reduziert sich nämlich auf die Geradlinigkeit. Entfernt sich der Grenzkreis von den Polen, so beginnt die Krümmung merklich zu werden, indem sie stetig wächst, während die Schiefe und Neigung sich verringert.

Dies sind die merkwürdigen Veränderungen, die, wie mein Gast mir sagte, im Lauf der Zeit an den Sonnenfleckenbahnen sich zeigen müfsten, sobald wirklich die Erde es ist, welche die jährliche Bewegung ausführt, und sobald die Sonne, im Mittelpunkte der Ekliptik befindlich, sich um sich selber dreht um eine Achse, die nicht senkrecht, sondern schief zur Ebene der Ekliptik steht.

Sagr. Ich verstehe diese Folgerungen sehr wohl und glaube sie meiner Vorstellungskraft noch besser einprägen zu können, wenn ich sie bestätige, indem ich eine Kugel in entsprechend geneigter Lage von verschiedenen Seiten her betrachte. Es erübrigt noch, dafs Ihr uns mitteilt, wie es denn mit der Verwirklichung der vorausgesagten Erscheinungen erging.

Salv. Die Sache war so: wir setzten viele, viele Monate hindurch unsere Beobachtungen aufs sorgfältigste fort, zeichneten mit gröfster Genauigkeit die Durchgänge verschiedener Flecken zu verschiedenen Zeiten des Jahres auf und fanden auf diese Weise, dafs der Erfolg genau den Voraussagungen entsprach.

Die Beobachtung der Thatsachen entsprach den Voraussagungen.

Sagr. Signore Simplicio, wenn das, was Signore Salviati sagt, seine Richtigkeit hat — und wir dürfen ja seine Worte nicht in Zweifel ziehen — dann werden die Anhänger des Ptolemäus und des Aristoteles sich nach schlagenden Gegenbeweisen, bedeutsamen Wahrscheinlichkeitsgründen und unbezweifelbaren Erfahrungen umsehen müssen, um einer so gewichtigen Bestätigung die Wage zu halten und zu bewirken, dafs ihre Meinung nicht ganz und gar in die Höhe geschnellt werde.

Wiewohl die der Erde zugeschriebene jährliche Bewegung die Sonnenfleckenerscheinungen erklärt, so folgt doch nicht notwendig umgekehrt aus den Sonnenfleckenerscheinungen, dafs die jährliche Bewegung der Erde zukommt.

Simpl. Sachte, lieber Herr, denn Ihr seid doch nicht ganz so weit, als Ihr vielleicht Euch einredet zu sein. Denn wenn ich auch materiell die Entwicklungen von Signore Salviati mir noch nicht völlig angeeignet habe, so kann ich doch bei Berücksichtigung ihrer Form nach meiner Logik nicht finden, dafs eine derartige Schlufsweise irgendwie einen zwingenden Beweis zu Gunsten der kopernikanischen Hypothese ergiebt, dafs nämlich die Sonne im Mittelpunkte des Tierkreises feststehe, und die Erde sich längs seiner Peripherie hin bewege. Denn wenn auch wirklich bei Annahme einer solchen Sonnenrotation und eines solchen Erdumlaufs notwendig an den Sonnenflecken die und die Eigentümlichkeiten wahrzunehmen sein müssen, so folgt noch nicht umgekehrt, dafs aus diesen Eigentümlichkeiten der Sonnenflecken sich

notwendig die Bewegung der Erde längs der Peripherie und die Stellung der Sonne im Mittelpunkte des Tierkreises ergiebt. Denn wer giebt mir die Gewifsheit, dafs ähnliche Eigentümlichkeiten nicht auch an der durch die Ekliptik hin sich bewegenden Sonne von den Bewohnern der im Mittelpunkte stehenden Erde wahrgenommen werden können? Wenn Ihr mir nicht zuerst beweist, dafs man von dieser Erscheinung nicht auch Rechenschaft geben kann, indem man die Sonne sich bewegen und die Erde feststehen läfst, werde ich meine Meinung nicht aufgeben und dabei bleiben, dafs die Sonne sich bewegt und die Erde unbeweglich verharrt.

Sagr. Signore Simplicio hält sich wacker, mit grofsem Scharfsinn opponiert er und verteidigt er den Standpunkt des Aristoteles und Ptolemäus. Soll ich offen sein, so scheint mir, dafs durch die Unterhaltung mit Signore Salviati, wiewohl sie nur von kurzer Dauer gewesen ist, seine Geschicklichkeit im Herleiten beweiskräftiger Schlüsse bedeutend zugenommen hat, eine Wirkung, die ich auch an anderen habe beobachten können. Was nun das Problem betrifft, ob von den scheinbaren Eigentümlichkeiten bei der Bewegung der Sonnenflecken sich zureichende Rechenschaft geben läfst unter der Annahme, die Erde sei unbeweglich und die Sonne bewege sich, so erwarte ich, dafs uns Signore Salviati seine Ansicht darüber mitteilt; denn es ist wohl anzunehmen, dafs er darüber nachgedacht und ausfindig gemacht hat, was sich für diesen Standpunkt vorbringen läfst.

Salv. Ich habe das öfters überlegt und auch mit meinem Freund und Gast darüber gesprochen. Über das, was ein Teil der Philosophen und Astronomen zur Stütze des alten Systems vorbringen wird, sind wir nicht in Zweifel; wir sind nicht in Zweifel, dafs die richtigen, echten Peripatetiker jeden verlachen, der sich mit solchen ihrem Gaumen widerstrebenden Albernheiten einläfst, und dafs sie diese sämtlichen Erscheinungen für nichtige Vorspiegelungen der Glaslinsen ausgeben werden: auf diese Weise werden sie sich leichten Kaufs der Verpflichtung entziehen, des weiteren darüber nachzudenken. Was aber die philosophischen Astronomen betrifft, so haben wir nach ziemlich sorgfältigem Nachdenken über das, was sich etwa vorbringen liefse, keinen Ausweg gefunden, der gleichzeitig dem Wege der Flecken und den Pfaden des Denkens gerecht würde. Ich will Euch auseinandersetzen, worauf wir verfallen sind, und Ihr werdet daraus die von Euerer Vernunft gebotene Nutzanwendung ziehen.[48])

Die richtigen peripatetischen Philosophen werden die Flecken und die sie betreffenden Erscheinungen als Vorspiegelungen der Fernrohrlinsen verlachen.

Gesetzt, die scheinbaren Bewegungen der Flecken seien so, wie oben angegeben; gesetzt ferner, die Erde stehe unbeweglich inmitten der Ekliptik; auf deren Peripherie hingegen befinde sich der Sonnen-

Wenn die Erde unbeweglich im Mittelpunkt des Tierkreises steht, mufs man der Sonne vier verschiedene Bewegungen beilegen, wie des näheren ausgeführt wird.

mittelpunkt, so mufs notwendig die Ursache aller Verschiedenheiten, die bei diesen Bewegungen hervortreten, ihren Sitz am Sonnenballe haben. Dieser wird erstens sich um sich selber drehen und die Flecken mit sich fortführen müssen, welche, wie wir angenommen, ja bewiesen haben, der Sonnenoberfläche anhaften. Zweitens wird man sagen müssen, dafs die Achse der Sonnenrotation nicht parallel zur Achse der Ekliptik ist, oder, was auf dasselbe hinauskommt, dafs sie nicht senkrecht auf der Ebene der Ekliptik steht; denn wäre dem so, so würden uns die Durchgangslinien der Flecken gerade und parallel der Ekliptik erscheinen müssen. Jene Achse ist also geneigt, weil die Durchgangslinien meistenteils krumm erscheinen. Drittens wird man behaupten müssen, die Neigung dieser Achse sei nicht eine feste, stets nach demselben Punkte des Universums gerichtete. Denn wäre die Schiefe stets nach demselben Punkte gekehrt, so veränderten die Durchgangslinien niemals ihr Aussehen, sondern gerade oder krumm, aufwärts oder abwärts gebogen, ansteigend oder sich senkend, sie würden stets einmal aussehen wie ein anderes Mal. Man mufs also notgedrungen annehmen, die Achse drehe sich und befinde sich zuweilen in dem äufsersten Grenzkreise der sichtbaren Hemisphäre, dann nämlich, wenn die Fleckenbahnen geradlinig scheinen und ihre höchste Schiefe annehmen, was zweimal des Jahres geschieht; zu anderen Zeiten hingegen müfste sie sich in der Meridianebene des Beobachters befinden derart, dafs der eine ihrer Pole in die sichtbare, der andere in die unsichtbare Hemisphäre hineinfällt, und zwar würden beide von den Endpunkten, oder wir wollen sagen von den Polen, einer zweiten zur Ekliptikachse parallelen Achse — eine solche zweite Achse wird man notwendig dem Sonnenballe beilegen müssen — um den Betrag des Neigungswinkels der Fleckenrotationsachse entfernt sein. Ferner müfste einmal der in die sichtbare Hemisphäre fallende Pol in der oberen, ein anderes Mal in der unteren Hälfte derselben sich befinden; denn dafs dem so ist, dafür liefern uns den zwingenden Beweis die Bahnen der Flecken, wenn sie im Niveau liegen und den höchsten Grad der Krümmung besitzen, während gleichzeitig einmal ihre Konvexität nach dem unteren, einmal nach dem oberen Rande der Sonnenscheibe gekehrt ist. Da nun diese Zustände in einem fortwährenden Wechsel begriffen sind, die Schiefe und die Krümmung bald gröfser, bald kleiner wird, jene bisweilen sich auf eine völlig wagrechte Lage reduziert, diese bis zu völliger Geradheit sich verringert, so mufs man notwendig die Annahme machen, die Achse der monatlichen Fleckenrotation selber habe eine eigene Drehung, infolge deren ihre Pole zwei Kreise um die Pole einer zweiten Achse beschreiben, die man, wie gesagt, der Sonne zu-

schreiben mufs; der Halbmesser besagter Kreise müfste dann dem Betrage der Neigung dieser Achse entsprechen. Sodann mufs die Periode dieser Eigenbewegung der Achse ein Jahr betragen, insofern dies die Frist ist, innerhalb welcher alle Erscheinungen und Verschiedenheiten an den Fleckenbahnen sich wiederholen. Dafs ferner die Umdrehung jener Achse um die Pole einer zweiten zur Ekliptik senkrechten Achse erfolgt und nicht etwa um andere Punkte, dafür sind die Höchstbeträge der Schiefe und der Krümmung, welche stets die gleiche Gröfse besitzen, ein deutliches Anzeichen. — Schliefslich ist es also nötig, um die Erde im Mittelpunkte festhalten zu können, der Sonne zwei Bewegungen um ihren eigenen Mittelpunkt, aber um zwei verschiedene Achsen, zuzuschreiben, deren eine ihre Umdrehung in einem Jahre vollendet, während die andere sie in weniger als einem Monat ausführt, eine Annahme, die meiner Vernunft sehr hart, ja unmöglich erscheint. Es rührt dies daher, dafs man dem nämlichen Sonnenball noch zwei weitere Bewegungen um die Erde und zwar um verschiedene Achsen beilegen mufs, indem er nämlich einmal die Ekliptik im Laufe eines Jahres zurücklegt und andererseits Windungen oder Kreise parallel zum Äquator einmal des Tages beschreibt. Man sieht danach keinen Grund, warum jene dritte Bewegung der Sonne um sich selbst — ich meine nicht die ungefähr monatliche, welche die Flecken weiterführt, sondern ich spreche von der anderen, welche die Achse und Pole dieser monatlichen fortbewegt — warum jene dritte Bewegung, sage ich, ihre Periode gerade in einem Jahre vollenden soll in Übereinstimmung mit der jährlichen Bewegung längs der Ekliptik, und nicht vielmehr in 24 Stunden, übereinstimmend mit der täglichen Bewegung um die Pole des Äquators. Was ich da sage, ist sehr dunkel, ich weifs es, aber es wird Euch klar werden, wenn wir von der dritten jährlichen Bewegung sprechen, die Kopernikus der Erde beigelegt hat.[41]) Wenn nun diese vier miteinander so schlecht vereinbaren Bewegungen, welche man sämtlich einem und demselben Sonnenball beizulegen hätte, sich auf eine einzige höchst einfache zurückführen lassen, welche man der Sonne um eine unveränderliche Achse erteilt, und wenn man ohne irgendwelche Änderung an den aus so vielen anderen Gründen der Erde zugeschriebenen Bewegungen auf diese Weise so leicht jene merkwürdigen Erscheinungen betreffs der Sonnenfleckenbewegungen erklären kann, so scheint mir in der That, dieser Ausweg sei nicht abzuweisen.

Dieses, Signore Simplicio, ist es, was bis jetzt unserem Freunde und mir beigefallen ist, um jene Erscheinung vom Standpunkte der Kopernikaner und von dem der Anhänger des Ptolemäus unter Wahrung

ihrer Ansichten zu erklären. Macht Ihr nun diejenige Nutzanwendung davon, welche Euere Vernunft Euch anempfiehlt.

Simpl. Ich fühle mich aufser Stande bei einer so wichtigen Entscheidung mitzusprechen. Meine Meinung ist, dafs ich keine Partei ergreifen werde; ich gebe mich jedoch der Hoffnung hin, dafs dereinst die Zeit kommen wird, wo wir von höherer Offenbarung als von blofser menschlicher Vernunft erleuchtet werden, wo der Schleier vor unserem Geiste weggezogen, der Nebel, der ihn jetzt umfinstert, zerrissen wird.

Sagr. Vortrefflich und fromm ist die Weisung, an die sich Signore Simplicio hält, und wert von jedermann angenommen und befolgt zu werden; denn nur dem, was Ausflufs höchster Weisheit und oberster Autorität ist, kann man mit voller Zuversicht sich hingeben. Aber insoweit es der menschlichen Vernunft gestattet ist zu forschen, erkläre ich, unter Beschränkung auf das Gebiet der Vermutungen und Wahrscheinlichkeitsgründe, mit etwas gröfserer Entschiedenheit als Signore Simplicio: von allen Subtilitäten, die ich je gehört habe, hat nichts mich mehr in Staunen versetzt, nichts einen stärkeren Druck auf meinen Geist ausgeübt — abgesehen von den rein geometrischen und arithmetischen Beweisen — als jene beiden Wahrscheinlichkeitsbeweise: der eine, welcher sich auf das Stillestehen und Rückwärtsgehen der fünf Planeten stützt, und der andere, welcher auf den Eigentümlichkeiten bei den Bewegungen der Sonnenflecken beruht. Und weil diese Erklärungen, wie mir scheint, so leicht und lichtvoll Rechenschaft über die wahre Ursache so auffälliger Erscheinungen geben, weil sie zeigen, wie eine einzige einfache Bewegung, zusammengesetzt mit einigen anderen auch einfachen, aber unter einander verschiedenen Bewegungen, alles erklärt, ohne dafs irgendwelche Schwierigkeit entstünde, indem vielmehr alle Schwierigkeiten der gegenteiligen Annahme beseitigt werden[50]: so komme ich bei mir selber zum Schlufs, dafs unbedingt diejenigen, welche sich gegen eine solche Lehre sträuben, jene klar beweisenden Gründe entweder nicht gehört oder nicht verstanden haben.

Salv. Ich nenne diese Gründe weder beweisend noch auch nichtbeweisend; denn, wie ich öfters gesagt habe, meine Absicht ist nicht gewesen eine so bedeutsame Frage endgültig zu entscheiden, sondern nur die natürlichen und astronomischen Gründe anzuführen, welche ich für die eine oder andere Partei anzuführen weifs, während ich die Entscheidung anderen anheimstelle. Diese wird endlich einmal unzweideutig gefällt werden, da notwendig eines der beiden Systeme richtig und das andere falsch sein mufs, und mithin unausbleiblich die Gründe für die wahre Lehre — ich meine nur innerhalb der Grenzen mensch-

licher Wissenschaft — sich als ebenso beweiskräftig herausstellen müssen, wie die gegenteiligen als nichtig und verfehlt.

Sagr. Darnach wird es also an der Zeit sein, die Einwände des „Thesen- oder Beweisbüchleins“ zu vernehmen, welches Signore Simplicio wieder mitgebracht hat.

Simpl. Hier habe ich das Buch und hier ist die Stelle, wo der Verfasser zuerst kurz das Weltsystem der kopernikanischen Lehre gemäfs beschreibt; es heifst da: *Terram igitur una cum Luna, totoque hoc elementari mundo Copernicus, etc.*[51])

Salv. Haltet einen Augenblick ein, Signore Simplicio; gleich dieser Eingang scheint mir die Verständnislosigkeit des Verfassers gegenüber derjenigen Lehre zu bekunden, welche er zu widerlegen sich unterfängt; sagt er doch, Kopernikus lasse die Erde samt dem Monde in einem Jahre ihre Bahn um die Sonne in der Richtung von Osten nach Westen zurücklegen. So falsch und unmöglich dies aber ist, so wenig hat Kopernikus es je behauptet; er läfst sie vielmehr sich in entgegengesetztem Sinne drehen, nämlich von Westen nach Osten d. h. nach der Ordnung der Zeichen; infolge dessen erscheint dann die Bewegung der Sonne ebenso gerichtet, da sie unbeweglich im Mittelpunkte des Tierkreises steht. Es zeugt, wie Ihr seht, von einem allzu kühnen Selbstvertrauen, wenn man sich an die Widerlegung der Lehre eines anderen macht und nicht einmal ihren ersten Grundstein kennt, auf welchem der gröfste und wichtigste Teil des ganzen Baues ruht. Es ist das ein schlechter Anfang, um sich das Vertrauen des Lesers zu erwerben; aber fahren wir fort.

Simpl. Nachdem er den Bau des Weltalls auseinandergesetzt, beginnt er mit seinen Einwendungen gegen die jährliche Bewegung. Die ersten sind ironisch gemeint und sollen Kopernikus und seine Anhänger lächerlich machen. Er schreibt, man müsse diesem phantastischen Bau des Weltalls zuliebe die ärgsten Albernheiten behaupten: dafs Sonne, Venus und Merkur unter der Erde sich befinden, dafs schwere Körper von Natur sich aufwärts bewegen, leichte abwärts; dafs Christus, unser Herr und Erlöser in die Hölle hinaufstieg und zum Himmel hinabfuhr; dafs auf das Geheifs Josuas, die Sonne möge stillestehen, die Erde stillestand oder aber die Sonne sich in entgegengesetzter Richtung zur Erde bewegte; dafs wenn die Sonne im Krebs steht, die Erde durch den Steinbock läuft; dafs die Winterzeichen des Tierkreises den Sommer bewirken, die Sommerzeichen den Winter; dafs nicht die Sterne für die Erde auf- und untergehen, sondern die Erde für die Sterne; dafs der Osten im Westen beginnt und der Westen im Osten; kurzum dafs fast der ganze Weltenlauf in sein Gegenteil verkehrt wird.

Ironische Einwände eines gewissen Buchleins gegen Kopernikus.

Salv. Ich will mir alles gefallen lassen, nur nicht, dafs der Verfasser Stellen der heiligen Schrift, die stets verehrungswürdig und ehrfurchtgebietend bleibt, leider mit diesen possenhaften, kindischen Bemerkungen vermengt hat, dafs er mit hochheiligen Dingen auf einen Gegner losschlagen will, während er scherzende und witzelnde Argumente vorbringt, weder eine Behauptung verficht noch bekämpft, sondern in freierer Weise auf gewisse Voraussetzungen oder Hypothesen hin räsonniert.[52])

Simpl. In der That, auch ich habe daran nicht geringen Anstofs genommen und zwar vornehmlich darum, weil er nachher hinzusetzt: wenngleich die Kopernikaner auf diese und ähnliche Gründe, wiewohl in sehr bizarrer Weise, zu entgegnen wüfsten, so wären sie doch nicht imstande, die folgenden Einwände zu entkräften und zu widerlegen.

Salv. Das macht die Sache vollends schlimm; denn daraus geht hervor, dafs es triftigere und schlagendere Argumente giebt als die Autorität der heiligen Schrift. Doch ich bitte, zollen wir dieser unsere Ehrfurcht und gehen wir über zu den Erwägungen menschlicher Vernunft. Oder lassen wir lieber die ganze Sache, wenn nicht anders der Verfasser unter den natürlichen Gründen Dinge von besserem Verstande vorbringt als die bisher angeführten: denn ich gebe mich wahrlich nicht dazu her, auf so abgeschmackte Albernheiten ein Wort zu entgegnen. Wenn er sagt, die Kopernikaner erwiderten auf solche Einwände, so ist das durchaus falsch; es ist anzunehmen, dafs überhaupt kein Mensch seine Zeit so unnütz zu vergeuden gewillt wäre.

Simpl. Auch ich schliefse mich diesem Urteil an. Hören wir deshalb die anderen Einwände, die er als bei weitem schlagender bezeichnet. Ihr seht nun hier, wie er durch höchst genaue Rechnungen beweist, dafs, wenn die Bahn der Erde um die Sonne, welche nach Kopernikus von jener in einem Jahre zurückgelegt wird, fast unmerklich klein wäre im Vergleich zu der ungeheueren Fixsternsphäre, wie man nach Kopernikus eigenen Worten anzunehmen hat, man unbedingt erklären und behaupten mufs, die Fixsterne besäfsen unvorstellbar grofse Entfernungen von uns, und die kleinsten von ihnen seien gröfser als die ganze Erdbahn und einige gröfsere überträfen sogar an Gröfse die Saturnsphäre: Massen, die denn doch zu gewaltig sind, unfafsbar und unbegreiflich.

Nimmt man an, die jährliche Bewegung komme der Erde zu, so mufs ein Fixstern gröfser als die ganze Erdbahn sein.

Salv. Ich habe schon einen ähnlichen Einwand *Tychos* gegen Kopernikus zu Gesicht bekommen[53]) und nicht jetzt erst habe ich den Fehlschlufs, oder besser gesagt die Fehlschlüsse bei dessen Herleitung entdeckt. Sie stützt sich auf durchaus falsche Voraussetzungen und auf einen Ausspruch von Kopernikus selbst, der von seinen Wider-

Tychos Argument auf falsche Voraussetzungen begründet.

sachern buchstäblich genau genommen wird, ähnlich wie bei einem Streite es diejenigen zu machen pflegen, welche in der Hauptsache Unrecht haben, sich aber an ein einziges nebenbei hingeworfenes Wort des Gegners klammern und sich unaufhörlich mit Geschrei über dieses ergehen. Zu besserem Verständnis diene Euch folgendes. Nachdem Kopernikus jene bewundernswerten Schlufsfolgerungen auseinandergesetzt hat, welche sich aus der jährlichen Bewegung der Erde hinsichtlich der anderen Planeten ergeben, nämlich das Vor- und Rückwärtslaufen insbesondere der drei oberen, fügt er hinzu, dafs diese scheinbare Verschiebung — welche bei Mars mehr als bei Jupiter hervortritt wegen der gröfseren Entfernung Jupiters, und welche noch weniger bei Saturn bemerkbar ist, weil er noch weiter entfernt ist als Jupiter — bei den Fixsternen unmerklich sei wegen ihrer im Vergleich zu Jupiter oder Saturn unermefslich grofsen Entfernung von uns.[54]) Darauf nun stürzen die Gegner dieser Ansicht los und legen jene genannte Unmerklichkeit, als ob sie von ihm als wirklich und absolut gleich Null ausgegeben worden wäre, ihren weiteren Ausführungen zu Grunde. Sie fügen hinzu, dafs ein Fixstern, auch einer der kleineren, immerhin von merklicher Gröfse ist, da er durch den Gesichtssinn wahrgenommen wird, und unter Zuhilfenahme anderer falschen Annahmen berechnen und beweisen sie, man müfste nach kopernikanischer Lehre annehmen, dafs ein Fixstern gröfser sei als die ganze Ekliptik. Um das Verfehlte dieser ganzen Schlufsweise darzuthun, werde ich zeigen, dafs unter der Annahme, ein Fixstern sechster Gröfse sei nicht gröfser als die Sonne, sich ein zuverlässiger Beweis dafür ergiebt, dafs die Entfernung eines solchen Fixsternes von uns bereits grofs genug ist, damit durch die jährliche Bewegung keine scheinbare Ortveränderung desselben verursacht wird, obgleich durch diese nämliche Bewegung bei den Planeten so bedeutende, leicht zu beobachtende Änderungen hervorgerufen werden. Desgleichen will ich im einzelnen die argen Fehler in den Annahmen der Gegner des Kopernikus nachweisen.

Diejenigen, welche bei einem Streite Unrecht haben, klammern sich an ein zufällig hingeworfenes Wort des Gegners.

Die scheinbare Verschiebung der Bewegung bei den Planeten ist bei den Fixsternen unmerklich.

Unter der Annahme, dafs ein Fixstern sechster Gröfse nicht gröfser sei als die Sonne, ist die Verschiebung, welche bei den Planeten grofs ist, bei den Fixsternen fast unmerklich.

Erstlich setze ich mit Kopernikus und in Übereinstimmung mit seinen Gegnern voraus, dafs der Halbmesser der Erdbahn oder die Entfernung zwischen Erde und Sonne 1208 Erdhalbmesser betrage.[55]) Zweitens nehme ich gleichfalls der herrschenden Ansicht und der Wirklichkeit entsprechend an, der scheinbare Durchmesser der Sonne in ihrer mittleren Entfernung[56]) betrage etwa einen halben Grad d. h. 30 Minuten oder 1800 Sekunden oder 108000 Terzen. Da nun der scheinbare Durchmesser eines Fixsternes erster Gröfse nicht mehr als 5 Sekunden oder 300 Terzen beträgt, der Durchmesser eines Fixsternes sechster Gröfse aber nur 50 Terzen[57]) — hierin liegt der Hauptfehler

Entfernung der Sonne beträgt 1208 Erdhalbmesser.

Durchmesser der Sonne gleich einem halben Grad.

Durchmesser eines Fixsternes erster und eines sechster Gröfse.

Wievielmal gröfser der scheinbare Durchmesser der Sonne als der eines Fixsternes ist.

der Gegner des Kopernikus — so ist der Durchmesser der Sonne 2160mal so grofs als der eines Fixsterns sechster Gröfse. Wenn man daher annimmt, ein Fixstern der sechsten Gröfse sei wirklich gleich der Sonne und nicht gröfser als diese, oder, was auf dasselbe hinauskommt, wenn die Sonne sich soweit entfernte, dafs ihr Durchmesser nur den 2160ten Teil seiner gegenwärtigen scheinbaren Gröfse annimmt, so würde ihre Entfernung 2160mal gröfser sein, als sie in Wirklichkeit ist, oder mit anderen Worten, es müfste die Entfernung eines Fixsterns sechster Gröfse 2160 Erdbahnhalbmesser betragen. Weil nun die Entfernung der Sonne von der Erde nach allgemeiner Annahme 1208 Erdhalbmesser beträgt, die Entfernung der Fixsterne aber, wie gesagt, 2160 Halbmesser der Erdbahn, so ist der Halbmesser der Erde im Vergleich zu dem der Erdbahn viel gröfser — nämlich fast doppelt so grofs als der Halbmesser der Ekliptik im Vergleich zu der Entfernung der Fixsternsphäre. Daher mufs also die Verschiebung in der scheinbaren Lage der Fixsterne, welche durch die Gröfse des Erdbahndurchmessers verursacht wird, nur wenig merklicher sein als die Verschiedenheit in der Lage der Sonne, soweit eine solche durch die Gröfse des Erdhalbmessers bedingt ist.

Wie grofs die Entfernung eines Fixsternes sechster Gröfse sein mufs unter der Annahme, der Stern sei so grofs wie die Sonne.

Bei den Fixsternen ist die durch die Erdbahn bewirkte Lagenveränderung wenig gröfser als an der Sonne die durch die Erde bewirkte Verschiebung.

Sagr. Das heifst gleich beim ersten Schritte ein gut Stück hinuntergehen!

Salv. In der That kein kleiner Fehler! Denn nach der Rechnung des Verfassers müfste ein Fixstern sechster Gröfse, um das Wort des Kopernikus zur Wahrheit zu machen, so grofs sein wie die ganze Ekliptik, in Wirklichkeit hingegen braucht man ihn nur der Sonne an Gröfse gleich anzunehmen, welche noch lange nicht den zehnmillionten Teil des *orbis magnus* ausmacht[58]), und doch verleiht man damit der Sternensphäre hinreichende Gröfse und Höhe, um den gegen Kopernikus erhobenen Einwand zu entkräften.

Sterne sechster Gröfse von *Tycho* und dem Verfasser des Büchleins 10 600 000mal zu grofs angenommen.

Sagr. Führt mir doch, bitte, diese Rechnung aus.

Salv. Die Rechnung ist einfach und ganz kurz. Der Durchmesser der Sonne beträgt 11, der der Erdbahn 2416 Erdhalbmesser nach übereinstimmender Ansicht der gegnerischen Parteien[59]); demnach enthält der Durchmesser der Erdbahn den der Sonne nahezu 220mal. Da sich nun zwei Kugeln zu einander verhalten wie die Kuben ihrer Durchmesser, so bilden wir den Kubus von 220, welcher 10 648 000 beträgt, und finden mithin, dafs der *orbis magnus* 10 648 000mal gröfser ist als die Sonne; diesem *orbis magnus* aber, meinte der Verfasser, müsse ein Stern der sechsten Gröfse gleich sein.

Berechnung der Gröfse eines Fixsterns im Verhältnis zum *orbis magnus*.

Sagr. Der Irrtum von jenen besteht also in dem aufserordent-

lichen Fehler, den sie bei Bestimmung des scheinbaren Durchmessers der Fixsterne begehen.

Salv. Darin liegt der Irrtum, aber nicht darin allein. Ich bin in der That höchlichst verwundert, dafs so viele Astronomen, auch solche von bedeutendem Rufe, wie *Al-Fergani, Albategnius, Thebit* und in neuerer Zeit ein *Tycho, Clavius*[60]), kurzum alle Vorgänger unseres Akademikers sich so bedeutend in der Bestimmung der scheinbaren Gröfse sowohl der Fixsterne als der Planeten geirrt haben, abgesehen von den beiden Hauptleuchten Sonne und Mond; dafs sie nämlich gar nicht auf den hinzutretenden Strahlenkranz geachtet haben, der sie trügerischer Weise mehr als hundertmal gröfser erscheinen läfst, als wenn man sie ohne ihren Haarschmuck betrachtet. Auch ist diese ihre Unachtsamkeit nicht zu entschuldigen, denn es stand sehr wohl in ihrer Macht, wenn es ihnen beliebte, die Sterne ohne Haare zu beobachten; braucht man sie doch nur bei ihrem ersten Erscheinen des Abends oder unmittelbar vor ihrem Verschwinden in der Morgendämmerung zu betrachten. Zum allermindesten hätte Venus sie auf ihren Fehler aufmerksam machen müssen, da man sie doch oftmals mitten am Tage sieht, aber in solcher Kleinheit, dafs man allerdings scharf hinsehen mufs, während sie in der folgenden Nacht wie eine grofse Lichtflamme aussieht. Ich glaube jedenfalls, dafs sie nicht die Gröfse der in tiefer Finsternis sichtbaren Scheibe für die wahre hielten, sondern die, welche sich bei heller Umgebung beobachten läfst. Denn unsere irdischen Lichter, welche von weitem gesehen bei Nacht grofs erscheinen, deren wirkliche Flämmchen aber aus der Nähe scharf begrenzt und klein erscheinen, hätten sie hinreichend vorsichtig machen sollen. Ja, um offen zu reden, ich glaube zuversichtlich, dafs keiner von ihnen, auch *Tycho* nicht, der so peinlich in der Handhabung der astronomischen Instrumente war und der so grofse und genaue Apparate herstellte, ohne die bedeutendsten Kosten zu scheuen, jemals versucht hat, den scheinbaren Durchmesser eines Sternes mit Ausnahme von Sonne und Mond aufzunehmen und zu messen. Meiner Ansicht nach hat vielmehr einer der alten Astronomen nach dem Augenmafse, wie man zu sagen pflegt, willkürlich angegeben, es sei damit so und so, und die Nachfolger haben sich dann ohne fernere Prüfung bei diesem ersten Entscheide beruhigt. Hätte nämlich einer von ihnen sich daran gemacht die Sache nachzuprüfen, so würde er die Täuschung unzweifelhaft bemerkt haben.

Gemeinsame Täuschung aller Astronomen betreffs der Gröfse der Sterne.

Venus läfst den Fehler der Astronomen bei Bestimmung der Sterngrofsen unverzeihlich erscheinen.

Sagr. Wenn jene aber das Fernrohr nicht kannten und unser Freund, wie Ihr früher sagtet, mittels dieses Instrumentes zur Erkenntnis der Wahrheit gelangt ist, so darf man immerhin die

anderen entschuldigen und braucht sie nicht der Nachlässigkeit zu zeihen.

Salv. Das wäre richtig, wenn man ohne das Fernrohr die gewünschte Absicht nicht erreichen könnte. Nun erleichtert allerdings dieses Instrument, welches die Scheibe des Sternes nackt und hundert- oder tausendfach vergröfsert zeigt, die Aufgabe sehr bedeutend; aber sie läfst sich auch, wenn gleich minder genau, ohne dasselbe lösen. Ich habe dies wiederholt gethan und zwar war die von mir benutzte Methode folgende.[61]) Ich liefs vor irgend einem Stern eine Schnur herabhängen; ich benutzte zu diesem Zweck die Wega in der Leier, welche zwischen Nord und Nordost aufgeht. Indem ich mich nun der zwischen mir und dem Stern befindlichen Schnur bald näherte, bald mich von ihr entfernte, fand ich die Stelle, von der aus die Breite der Schnur mir gerade den Stern verdeckt. Darnach mafs ich die Entfernung des Auges von der Schnur, welche gleich einer der beiden den Sehwinkel einschliefsenden Seiten ist, während die Breite der Schnur die ihm gegenüberliegende Seite bildet; dieser Sehwinkel ist dann ähnlich oder vielmehr gleich dem Winkel, der auf dem Durchmesser des Sterns in der Fixsternsphäre steht. Aus dem Verhältnis der Breite der Schnur zu der Entfernung zwischen Schnur und Auge fand ich mittels der Bogen- und Sehnentafel unmittelbar die Gröfse des Winkels. Nur bedurfte es der üblichen Vorsichtsmafsregel, die man bei Messung so spitzer Winkel zu beobachten hat[62]); man darf nämlich nicht das Zusammenstofsen der Sehlinien im Mittelpunkte des Auges bestimmen wollen, wohin dieselben nur gebrochen gelangen, sondern aufserhalb des Auges, wohin sie in Wirklichkeit unter Berücksichtigung der Pupillengröfse konvergieren.

Methode zur Messung des scheinbaren Durchmessers der Sterne.

Sagr. Ich begreife diese Vorsichtsmafsregel, wiewohl ich dabei noch ein gewisses Bedenken nicht unterdrücken kann. Was mir aber gröfseren Anstofs erregt, ist, dafs bei diesem Versuche, wenn er in dunkeler Nacht angestellt wird, der Durchmesser der Scheibe samt dem darum befindlichen Strahlenkranze gemessen wird und nicht die wahre, nackte Scheibe des Sternes.

Salv. O nein; die Schnur nimmt nämlich in dem Augenblick, wo sie das nackte Körperchen des Sternes bedeckt, die Haare weg, welche nicht von ihm, sondern von unserem Auge herrühren und welche sofort verschwinden, sobald die wirkliche Scheibe desselben verdeckt wird. Wenn Ihr die Beobachtung anstellt, werdet Ihr sehen, wie die ziemlich grofse Flamme ganz unerwartet von einer dünnen Schnur bedeckt wird, während man glauben sollte, sie könne erst durch ein viel gröfseres Hindernis zum Verschwinden gebracht werden. Um ferner ganz scharf

zu messen und zu ermitteln, wievielmal die Breite der Schnur in der Entfernung vom Auge enthalten ist, nehme ich nicht den einfachen Durchmesser der Schnur, sondern lege viele einzelne Stücke derselben auf eine Tafel neben einander, sodafs sie sich berühren, nehme sodann mit einem Zirkel die ganze Breite der 15 bis 20 benutzten Stücke, und mit diesem Mafse messe ich endlich mittels eines anderen feineren Fadens die Entfernung von der breiteren Schnur bis zum Schnittpunkte der Sehlinien. Durch dieses sehr genaue Verfahren finde ich als scheinbaren Durchmesser eines Fixsternes erster Gröfse statt des gewöhnlich angenommenen Betrags von 2 oder gar 3 Minuten, welche *Tycho* pag. 167 seiner astronomischen Briefe angiebt[63]), einen Betrag von nicht mehr als 5 Sekunden, was der vierundzwanzigste, bezw. sechsunddreifsigste Teil von dem ist, was man bisher geglaubt hat. Ihr seht nun, auf was für schwere Irrtümer jene Lehren sich gründen.

Durchmesser eines Fixsternes erster Gröfse nicht mehr als 5 Sekunden.

Sagr. Ich sehe und verstehe das sehr wohl; bevor wir indessen weiter gehen, möchte ich das Bedenken zur Sprache bringen, welches sich in mir regt. Es bezieht sich auf die Bestimmung des Schnittpunktes der Sehlinien aufserhalb des Auges, sobald man Objekte betrachtet, die unter sehr spitzem Winkel erscheinen; mein Bedenken geht von der Erwägung aus, dafs ein solcher Schnittpunkt möglicherweise bald mehr, bald weniger weit entfernt sein kann, und zwar nicht sowohl wegen der gröfseren oder geringeren Ausdehnung des beobachteten Objekts, als weil meiner Meinung nach auch bei Beobachtung von gleich grofsen Objekten das Zusammentreffen der Strahlen aus einer anderen Rücksicht bald mehr bald weniger vom Auge stattfinden mufs.

Salv. Es ist mir schon klar, worauf der Scharfsinn eines so sorgfältigen Beobachters der Naturerscheinungen, wie Signore Sagredo es ist, abzielt. Ich möchte jede Wette eingehen, dafs unter tausend Leuten, die bei den Augen der Katzen die Pupille sich bedeutend verengern und erweitern sahen, keine zwei, vielleicht nicht einer sich befindet, der eine ähnliche Erscheinung an der menschlichen Pupille wahrgenommen hätte, je nachdem beim Sehen das Medium stark oder schwach erleuchtet ist; der bemerkt hätte, wie bei hellem Licht der kleine Kreis der Pupille sich stark zusammenzieht, sodafs er bei Betrachtung der Sonnenscheibe bis unter die Gröfse eines Hirsekorns zusammenschrumpft, während er zur Gröfse einer Linse oder noch weiter sich ausdehnt, wenn man nach nicht so glänzenden, in minder heller Umgebung befindlichen Objekten hinschaut: kurz die Erweiterung und Verengerung kann bis zu einem zehnfachen Betrage sich steigern oder abnehmen. Hieraus geht hervor, dafs notwendig bei

Die Öffnung der Pupille des Auges erweitert und verengert sich.

stark erweiterter Pupille der Scheitel des Sehlinienwinkels weiter weg vom Auge liegt, welcher Fall bei Beobachtung schwacherleuchteter Objekte eintritt. Ein Gesichtspunkt, auf den ich jetzt erst durch Signore Sagredo aufmerksam geworden bin: wir müssen, wenn es sich um eine sehr genaue und wichtige Beobachtung handelt, die Ermittelung dieses Schnittpunktes jedesmal bei Ausführung des Versuches selbst oder eines ganz ähnlichen vornehmen. Im vorliegenden Falle aber, wo es sich nur um Nachweis des Irrtums des Astronomen handelt, ist eine solche Genauigkeit nicht nötig. Denn nähmen wir auch zu Gunsten der Gegenpartei an, der Schnittpunkt läge auf der Pupille selbst, so würde das wenig ausmachen, so grofs ist ihr Fehler. Ich weifs nicht, Signore Sagredo, ob es das ist, worauf Ihr hinaus wolltet.

Sagr. Gerade das ist es. Es ist mir lieb, dafs mein Bedenken, wie ich aus dem Zusammentreffen mit Euch entnehme, nicht so unvernünftig gewesen ist. Bei diesem Anlafs würde ich doch aber gerne hören, auf welche Weise sich die Entfernung des Schnittpunktes der Sehlinien bestimmen läfst.

Wie man die Entfernung des Schnittpunktes der Sehlinien von der Pupille ermittelt.

Salv. Das Verfahren ist sehr einfach und besteht in folgendem. Ich nehme zwei Papierstreifen, einen schwarzen und einen weifsen, und zwar mache ich den schwarzen halb so breit als den weifsen. Ich befestige sodann den weifsen an einer Wand; 15 bis 20 Ellen entfernt davon stelle ich mittels eines Stabes oder sonst einer Stütze den anderen Streifen auf und entferne mich von diesem zweiten in derselben Richtung um die nämliche Strecke. Es ist klar, dafs in dieser Entfernung der Schnittpunkt derjenigen geraden Linien liegen mufs, welche von den beiden Enden einer Querlinie des weifsen Streifens durch die Endpunkte der entsprechenden Querlinie des dazwischen gelegenen schwarzen Streifens hindurchgehen. Daraus folgt weiter, dafs sobald das Auge in diese Entfernung versetzt wird, der halbwegs eingeschobene schwarze Streifen genau den weifsen dahinterbefindlichen bedecken müfste, wenn die Gesichtsempfindung blofs auf einen Punkt beschränkt wäre. Wenn sich aber ergiebt, dafs der Rand des weifsen Streifens hervorsteht, so ist das ein zwingender Grund für die Annahme, dafs die Sehlinien nicht sämtlich von einem Punkte ausgehen. Um zu bewirken, dafs der weifse Streifen von dem schwarzen bedeckt werde, wird man das Auge näher heranbringen müssen; hat man das soweit gethan, dafs der nähere Streifen mit dem entfernteren zusammenfällt und sich gemerkt, wie weit man das Auge nähern mufs, so ist der Betrag dieser Annäherung ein zuverlässiges Mafs, um wieviel der wahre Schnittpunkt der Sehlinien bei diesem Versuche hinterwärts vom Auge liegt. Wir erhalten ferner den Durchmesser der Pupille

oder derjenigen Öffnung, von welchem die Schlinien ihren Ausgang nehmen; er wird nämlich soviehnal in der Breite des schwarzen Streifens enthalten sein, wie die Entfernung zwischen dem Schnittpunkt der beiden durch die Streifenränder gezogenen Linien und dem Orte, wo für das Auge zuerst der entfernte Streifen durch den nahen bedeckt wird — wie diese Entfernung, sage ich, in dem Abstande der beiden Papierstreifen enthalten ist. Wenn wir daher den scheinbaren Durchmesser eines Sternes mit höchster Genauigkeit messen wollten und hätten in der oben beschriebenen Weise den Versuch angestellt, so müßsten wir noch das Verhältnis des Schnurdurchmessers zu dem Pupillendurchmesser in Betracht ziehen. Angenommen, der Durchmesser der Schnur sei viermal so groſs als der der Pupille[64]) und die Entfernung des Auges von der Schnur betrage z. B. 30 Ellen, so werden wir sagen müssen, daſs der wahre Schnittpunkt der von den Rändern des Sternes ausgehenden und die Ränder der Schnur berührenden Linien 40 Ellen von der Schnur entfernt sei. Denn nur dann wird das Verhältnis gebührend in Betracht gezogen, welches zwischen der Entfernung der Schnur vom Schnittpunkt besagter Linien und der Entfernung dieses Schnittpunktes von dem Orte des Auges besteht; dieses Verhältnis muſs nämlich das gleiche sein, wie das des Schnurdurchmessers zu dem Pupillendurchmesser.

Sagr. Ich habe das sehr wohl verstanden, hören wir nun, was Signore Simplicio zur Verteidigung der Gegner des Kopernikus anzuführen hat.

Simpl. Obgleich dieser ärgste, ganz und gar unzulässige Übelstand, auf welchen die Gegner des Kopernikus hingewiesen haben, durch die Darstellung des Signore Salviati in wesentlich verändertem Lichte erscheint, ist er doch, wie ich glaube, nicht dermaſsen aus dem Wege geräumt, daſs er nicht noch Kraft genug besäſse, um besagte Ansicht vernichtend zu widerlegen. Denn wenn ich Euer letztes Endergebnis recht verstanden habe, so müßsten bei der an sich schon schwer glaublichen Annahme, die Sterne sechster Gröſse seien so groſs wie die Sonne, doch jedenfalls durch die Gröſse der Erdbahn solche Verschiebungen und Änderungen an der Fixsternsphäre hervorgebracht werden, wie durch die Gröſse des Erdhalbmessers an der Sonne, welch letztere immerhin wahrzunehmen sind. Da man aber weder eine solche, noch auch eine kleinere Veränderung dieser Art an den Fixsternen wahrnimmt, so scheint mir aus diesem Grunde die jährliche Bewegung der Erde trotzdem unrettbar verloren.

Salv. Ihr hättet Recht mit diesen Schlüssen, Signore Simplicio, wenn sonst nichts zu Gunsten des Kopernikus anzuführen wäre; es

läfst sich aber noch gar manches sagen. Was Euere Erwiderung angeht, so steht nichts der Annahme im Wege, dafs die Fixsterne noch viel weiter entfernt sind, als wir eben angenommen haben. Ihr selbst nebst allen denen, welche die von den Anhängern des Ptolemäus gebilligten Behauptungen nicht fallen lassen möchten, werdet als zweckmäfsigste Annahme anerkennen müssen, dafs die Fixsternsphäre ganz aufserordentlich viel gröfser ist, als wir sie eben schätzen zu müssen glaubten. Alle Astronomen nämlich betrachten übereinstimmend als Ursache der abnehmenden Umlaufsgeschwindigkeiten bei den Planeten das Wachsen ihrer Sphären: sie nehmen an, dafs Saturn darum sich langsamer bewege als Jupiter, und Jupiter langsamer als die Sonne, weil der erste einen gröfseren Kreis zu beschreiben hat als der zweite, und dieser einen gröfseren Kreis als die Sonne u. s. w. Insofern also z. B. Saturn, dessen Sphäre neunmal so hoch ist als die Sonnensphäre, eine 30mal so lange Umlaufszeit gebraucht als die Sonne, insofern weiter nach der Lehre des Ptolemäus eine Umdrehung der Fixsternsphäre in 36000 Jahren sich vollzieht, die des Saturn hingegen in 30, die der Sonne in einem Jahre, so schliefse ich auf ein ähnliches Verhältnis und sage: wenn die Sphäre des Saturn, weil sie neunmal gröfser ist als die der Sonne, sich in 30mal so langer Zeit umdreht, wie grofs mufs nach der *ratio eversa* eine Sphäre sein, welche sich in 36000 Jahren einmal umdreht?[65]) Man wird finden, die Entfernung der Fixsternsphäre müsse 10800 Erdbahnhalbmesser betragen, was ein genau fünfmal so grofser Betrag ist wie der eben berechnete, zu welchem wir auf Grund der Annahme gelangten, ein Fixstern sechster Gröfse sei so grofs wie die Sonne. Ihr seht, wie aus diesem Betracht die durch die jährliche Erdbewegung hervorgebrachte Lagenveränderung der Fixsterne noch viel unerheblicher sein müfste. Und wenn wir auf Grund einer ähnlichen Beziehung die Entfernung der Fixsternsphäre aus der des Jupiter oder des Mars ermitteln wollten[66]), so würde sich in dem einen Falle ein Betrag von 15000, im anderen von 27000 Erdbahnhalbmessern ergeben, d. h. also ein siebenmal, bezw. 12mal gröfserer als der, welcher aus der Annahme von der Gleichheit eines Fixsterns sechster Gröfse mit der Sonne hervorging.

Die Astronomen sind der übereinstimmenden Ansicht, dafs die gröfsere Langsamkeit der Umdrehungen durch die gröfsere Ausdehnung der Sphären verursacht wird.

Auf Grund anderer, den Astronomen entnommener Voraussetzungen wird die Entfernung der Fixsternsphäre auf 10800 Erdbahnhalbmesser berechnet.

Aus dem Verhältnisse Jupiters oder dem des Mars ergiebt sich die Entfernung der Sternensphäre noch weit gröfser.

Simpl. Mir scheint, darauf liefse sich erwidern, dafs man in der Zeit nach Ptolemäus entdeckt hat, die Bewegung der Fixsternsphäre sei nicht so langsam, wie er meinte. Ja ich glaube gehört zu haben, dafs Kopernikus selbst dies zuerst beobachtet hat.[67])

Salv. Was Ihr sagt, ist sehr richtig, aber es spricht nicht zu Gunsten der Anhänger des Ptolemäus, welche niemals gegen die 36000-jährige Bewegung der Fixsternsphäre darum einen Einwand erhoben,

weil eine solche Langsamkeit eine zu gewaltige und unermefsliche Ausdehnung im Gefolge hätte. Denn wenn eine solche Unermefslichkeit nicht in der Natur geduldet werden durfte, so hätten sie nicht erst jetzt, sondern schon früher eine so langsame Umdrehung in Abrede stellen müssen, die sich unter Wahrung einer guten Proportion nur in Einklang mit einer unzulässig grofsen Sphäre bringen läfst.

Sagr. Ich bitte Euch, Signore Salviati, verlieren wir nicht weiter unsere Zeit damit, auf Grund solcher Proportionen etwas ausrichten zu wollen Leuten gegenüber, die bereit sind, die unproportioniertesten Dinge anzuerkennen, denen also auf diesem Wege unmöglich ein Erfolg abzuringen ist. Kann man sich eine unproportioniertere Proportion denken, welche gleichwohl von jenen hingenommen und anerkannt wird, als dafs sie einerseits schreiben, die passendste Anordnung der Himmelssphären sei die auf Grund ihrer verschiedenen Umlaufsperioden, dafs sie demgemäfs der Stufenfolge nach die langsameren über die schnelleren setzen, und dafs sie andererseits auf einmal, nachdem sie die Sternensphäre als die langsamste von allen zu oberst hingepflanzt haben, über dieser eine noch höhere und also noch gröfsere Sphäre anbringen und ihr eine 24stündige Umdrehung beilegen, während die ihr unmittelbar vorangehende sich in 36000 Jahren bewegt? Aber über diese Mifsverhältnisse haben wir uns gestern schon zur Genüge ausgelassen.

Salv. Ich möchte, Signore Simplicio, Ihr sagtet Euch für einen kurzen Augenblick von der Vorliebe los, die Ihr Eueren Gesinnungsgenossen zollt und teiltet mir aufrichtig mit, ob sie Eueres Dafürhaltens in ihrem Geiste eine Vorstellung von derjenigen Ausdehnung haben, welche sie ihrer Unermefslichkeit wegen dem Weltall als unmöglich absprechen: denn was mich anlangt, so glaube ich das nicht. Wie bei der Auffassung der Zahlen, sobald man zu Tausenden von Millionen gelangt, die Einbildungskraft irre wird und sich kein Bild mehr machen kann, ebenso, glaube ich, geschieht es auch bei der Auffassung von Ausdehnungen und Entfernungen, so dafs dem Verstande etwas Ähnliches widerfährt wie der sinnlichen Anschauung: denn wenn ich in einer heiteren Nacht nach den Sternen blicke, so beträgt für meine sinnliche Wahrnehmung ihre Entfernung einige wenige Miglien, die Fixsterne scheinen mir nicht im mindesten weiter entfernt als Jupiter oder Saturn, ja nicht einmal als der Mond. Doch ohne soweit auszuholen, denkt nur an die Streitigkeiten zwischen den Astronomen und den peripatetischen Philosophen betreffs der Entfernung der neuen Sterne in der Kassiopeja und im Schützen, von denen jene sie zu den Fixsternen rechnen, diese sie für näher als den Mond halten. So un-

Unermefsliche Grofsen und Zahlen sind unserem Verstande unfafsbar.

fähig sind unsere Sinne, grofse Entfernungen von den allergrößten zu unterscheiden, wiewohl diese in Wahrheit vieltausendmal jene übertreffen. Darum frage ich dich schliefslich, du thörichter Mensch: Begreifst du mit deinem Geiste die Größe des Weltalls, die du für allzu gewaltig ausgiebst? Und wenn du sie begreifst, wirst du glauben mögen, dafs deine Fassungskraft weiter reicht als die göttliche Allmacht? Wirst du zu behaupten wagen, dafs du dir Größeres vorzustellen vermagst, als Gott auszuführen imstande ist? Begreifst du sie aber nicht, was willst du urteilen über Dinge, die du nicht fassest?

Simpl. Diese Erörterungen sind alle ganz richtig, und niemand stellt in Abrede, dafs die Größe des Himmels erhaben sein mag über unser Vorstellungsvermögen, sowie dafs Gott ihn tausendmal größer hätte schaffen können, als er wirklich ist. Nicht aber dürfen wir zugeben, dafs irgend etwas umsonst geschaffen und müfsig im Weltall sei. Wenn wir nun sehen, in welch schöner Ordnung die Planeten um die Erde geschart sind, in Entfernungen von ihr, die wohlabgemessen sind, um auf sie zu unserem Wohle Einflufs zu üben, wozu dann zwischen die höchste Sphäre des Saturn und die Sternensphäre einen ungeheuren Raum ohne jedweden Stern überflüssig und zwecklos einschieben? zu welchem Ende? zu wessen Nutz und Frommen?

Salv. Zuviel mafsen wir uns an, scheint mir, Signore Simplicio, wenn mir meinen, einzig die Sorge um uns erschöpfe das Wirken der Weisheit und Macht Gottes, darüber hinaus thue und ordne sie nichts. Ich aber möchte, dafs wir den Arm Gottes nicht so verkürzen; geben wir uns vielmehr mit dem sicheren Bewufstsein zufrieden, dafs Gott und Natur sich derart um die Lenkung menschlicher Dinge bekümmern, dafs keine gröfsere Fürsorge walten könnte, auch wenn für nichts anderes zu sorgen wäre, als für das Menschengeschlecht allein. Ich glaube das mit einem vortrefflich passenden und erhabenen Beispiel belegen zu können: es bezieht sich auf das Wirken des Sonnenlichtes, welches hier wässerige Dünste anzieht oder da eine Pflanze erwärmt, und zwar so jene anzieht, so diese erwärmt, als hätte es sonst nichts zu thun. Ja wenn eine Traube oder auch nur eine einzige Beere zur Reife gebracht werden soll, so macht es sich daran, wie es mit gröfserem Erfolge nicht möglich wäre, wenn das Endziel alles seines Thuns blofs die Reifung dieser Beere wäre. Da nun diese Beere von der Sonne alles empfängt, was sie empfangen kann, da ihr nicht das Mindeste deswegen entzogen wird, weil die Sonne gleichzeitig tausend und abertausend andere Wirkungen ausübt, so müfste man jene des Neides und der Thorheit zeihen, wenn sie glaubte oder verlangte, dafs das Wirken der Sonnenstrahlen blofs um ihr Wohl

Natur und Gott entfalten eine Fürsorge für den Menschen, wie wenn für nichts anderes zu sorgen wäre.

Beispiel der Fürsorge Gottes für das Menschengeschlecht, von der Sonne hergenommen.

sich bekümmern solle. Ich bin überzeugt, dafs die göttliche Vorsehung bei der Lenkung der Menschengeschicke das, was man von ihr erwarten kann, nicht ungethan läfst. Dafs aber darum nicht noch andere Ausflüsse ihrer unendlichen Weisheit im Weltall vorhanden sein könnten, möchte ich nach den Eingebungen meiner Vernunft mich nicht bequemen zu glauben; sollte jedoch die Sache in Wirklichkeit sich anders verhalten, so würde ich mich nicht sträuben an die Gründe zu glauben, welche mir von höherer Einsicht entgegengehalten würden. Wenn mir inzwischen gesagt wird, dafs ein ungeheuerer sternenleerer Raum zwischen den Planetenbahnen und der Sternensphäre unnütz und zwecklos sei und müfsig, dafs es überflüssig sei eine unermefsliche, alle Fassungsgabe übersteigende Gröfse den Fixsternen als Behausung anzuweisen, so erwidere ich, dafs es frevelhaft ist, unsere schwache Vernunft zum Richter zu setzen über die Werke Gottes, alles das im Weltall eitel oder überflüssig zu nennen, was nicht unserem Nutzen dient.

Es ist frevelhaft alles das im Weltall überflüssig zu nennen, dessen Nutzen für uns wir nicht begreifen.

Sagr. Sagt lieber: alles das, dessen Nutzen für uns wir nicht begreifen, so werdet Ihr eher Recht haben. Ich halte es für die gröfste Anmafsung, ja Narrheit, die man begehen kann, wenn man sagt: weil ich nicht weifs, wozu mir Jupiter oder Saturn nütze ist, darum sind sie überflüssig, ja gar nicht in der Natur vorhanden. Dabei weifs ich armer thörichter Mensch noch nicht einmal, wozu mir Adern, Knorpel, Milz oder Galle dienen; ja ich wüfste nicht einmal, dafs ich Galle, Milz oder Nieren besitze, wenn sie mir nicht oft in aufgeschnittenen Leichnamen gezeigt worden wären. Dann erst könnte ich begreifen, welche Funktion in mir die Milz ausübt, wenn sie mir genommen würde. Um zu begreifen, welche Wirkung auf mich der oder jener Himmelskörper ausübt — da nun einmal all ihr Wirken sich auf uns beziehen soll — müfste man eine Zeit lang jenen Körper entfernen und die Wirkung, die ich nun an mir verschwinden merke, für von jenem Sterne ausgehend erklären. Mehr noch, wer wird zu behaupten wagen, dafs der Raum zwischen Saturn und den Fixsternen, der jenen zu grofs und unnütz heifst, leer an sonstigen Weltkörpern sei? etwa, weil wir sie nicht sehen? Die vier Mediceischen Gestirne also und die Begleiter des Saturn standen wohl erst dann am Himmel, als wir anfingen sie zu sehen und nicht zuvor schon? und die neuen unzähligen Fixsterne waren wohl nicht vorhanden, bevor die Menschen sie erblickten? Die Nebelflecke waren zuerst blofs weifsliche Stellen, mittels des Fernrohrs erst haben wir sie zu Haufen von leuchtenden, wunderschönen Sternen umgestaltet. O der anmafsenden, nein frevelhaften Unwissenheit des Menschen!

Wenn man einen Stern vom Himmel entfernen könnte, liefse sich erkennen, wie er auf uns einwirkt.

Viele Himmelserscheinungen mögen für uns unsichtbar sein.

Salv. Es hat keinen Zweck, Signore Sagredo, sich in diesem unfruchtbaren Pathos zu ergehen. Verfolgen wir unseren Vorsatz, das Gewicht der Gründe zu prüfen, die von beiden gegnerischen Parteien angeführt werden, ohne irgend eine endgültige Entscheidung zu treffen; das Urteil stellen wir dem anheim, der mehr davon weifs als wir. Zu den Erwägungen unserer natürlichen menschlichen Vernunft zurückkehrend, behaupte ich, dafs Grofs, Klein, Unermefslich, Winzig nicht absolute, sondern relative Begriffe sind, dafs mithin ein und dieselbe Sache, mit verschiedenen anderen verglichen, bald unermefslich genannt werden darf und dann wieder klein, ja unmerklich. Dies vorausgesetzt, frage ich: in Bezug worauf verdient die Sternensphäre des Kopernikus die Bezeichnung übermäfsig grofs? Sie läfst sich meines Bedünkens nur vergleichen und so nennen in Bezug auf irgend ein anderes Ding derselben Art. Nehmen wir nun das kleinste derselben Art, die Mondsphäre: nennt man also die Sternensphäre zu grofs gegenüber der Mondsphäre, so mufs jede andere Gröfse, welche eine derselben Art in diesem Verhältnis übertrifft oder gar in einem noch gröfseren, zu grofs heifsen, ihr demzufolge die Existenz abgesprochen werden. Damit werden ohne weiteres Elefant und Walfisch zu Chimären, zu Phantasiegebilden der Dichter; denn sie weisen beide ein Mifsverhältnis auf, jener als zu grofs im Vergleich mit der Ameise, welche wie er ein Landtier ist, dieser im Verhältnis zum Stichling, der ein Fisch ist; trotzdem lassen sie sich aus der Natur nicht hinausdisputieren. Unbedingt nämlich übertreffen Elefant und Walfisch die Ameise und den Stichling in sehr viel stärkerem Mafse als die Sternensphäre die des Mondes, wenn wir uns jene auch so grofs denken, wie zu ihrer Verträglichkeit mit dem kopernikanischen Systeme ausreicht. Ferner, wie grofs sind die Sphären Jupiters und Saturns, die einem einzigen, im Vergleich zu den Fixsternen kleinen Sterne als Bereich angewiesen sind? Sicher würde man, um jedem Fixstern einen ebenso grofsen Teil des Weltalls als Behausung zuteilen zu können, die Sphäre, in welcher ihre unzählbare Menge untergebracht ist, viele viele tausend Male gröfser machen müssen, als für den Zweck des Kopernikus erforderlich ist. Nennt Ihr nicht ferner einen Fixstern sehr klein — ich meine nicht nur die, welche sich unserem Blicke entziehen, sondern auch die allerdeutlichst wahrnehmbaren — und nennen wir sie nicht so wegen ihres Verhältnisses zu dem umgebenden Raume? Wäre nun die ganze Fixsternsphäre ein einziger leuchtender Körper, wer sähe nicht die Möglichkeit ein, im unendlichen Raum einen so entlegenen Punkt zu bestimmen, dafs von ihm aus besagte leuchtende Sphäre so klein erschiene und noch kleiner, als uns jetzt von der Erde aus ein Fix-

Grofs, Klein, Unermefslich u. s. w. sind relative Begriffe.

Verkehrtheit der Ansicht, wonach die Sternensphäre im kopernikanischen System zu grofs sein soll.

Der einem Fixstern angewiesene Raum ist weit kleiner als der einem Planeten zukommende.

Ein Stern wird klein genannt rücksichtlich der Gröfse des ihn umgebenden Raumes.

Die ganze Sternensphäre könnte uns aus gröfser Entfernung so klein erscheinen wie ein einziger Stern.

stern erscheint? Von dort aus würden wir also dasselbe für klein halten, was wir jetzt von hier aus unermefslich grofs nennen.

Sagr. Am gröfsten dünkt mir die Thorheit derer, die da meinen, dafs Gott das Weltall dem geringen Fassungsvermögen ihrer Vernunft entsprechend geschaffen habe und nicht vielmehr nach seiner unermefslichen, ja unendlichen Macht.

Simpl. Was Ihr da sagt, ist alles ganz schön; worauf aber der Gegner seinen Einwand gründet, ist das Eingeständnis, welches man machen mufs, dafs ein Fixstern nicht nur gleich, sondern so und so viel mal gröfser sei als die Sonne, während doch beides einzelne innerhalb der Sternensphäre gelegene Körper sind. Sehr mit Recht scheint mir daher der Verfasser zu fragen: „Zu welchem Ende, zu wessen Frommen sind diese gewaltigen Massen da? Dienen sie etwa der Erde, d. h. einem klimperkleinen Pünktchen? warum in solcher Ferne? Damit sie uns so winzig erscheinen und absolut nicht auf die Erde einzuwirken vermögen? zu welchem Zweck jene zwecklos unermefsliche Kluft zwischen ihnen und Saturn? Unnütz ist alles das, was nicht durch plausibele Gründe gerechtfertigt wird.“[68])

Vom Verfasser des Büchleins aufgeworfene Einwände in Frageform.

Salv. Aus den Fragen, die der Mann stellt, geht, wie mir scheint, hervor, dafs, wenn man nur dem Himmel, den Sternen und den Entfernungen die Gröfse, den Betrag beläfst, welchen er bisher für richtig angesehen — wiewohl er ihnen zuverlässig nie und nimmer eine fafsbare Gröfse in seiner Vorstellung beigelegt hat — er nun vortrefflich durchschaut und begreift, was für Vorteile von ihnen der Erde erwachsen, die jetzt nicht mehr ein kleines unbedeutendes Ding ist, wie auch jene nun nicht mehr so winzig erscheinen, sondern grofs genug, um auf die Erde einwirken zu können; er sieht ein, dafs jetzt die Entfernung zwischen ihnen und Saturn aufs vortrefflichste abgemessen ist, und weifs für alle diese Dinge die plausibelsten Gründe anzuführen. Gerne hätte ich davon etwas gehört; wenn ich aber sehe, dafs schon in diesen wenigen Worten Verworrenheit herrscht und sich Widersprüche finden, so kann ich mich des Glaubens nicht erwehren, dafs es mit seinen plausibelen Gründen etwas karg und kümmerlich bestellt ist, dafs seine sogenannten Gründe vielmehr Trugschlüsse, Schatten leerer Einbildungen sind. So lege ich ihm denn jetzt die Frage vor, ob jene Himmelskörper wirklich auf die Erde wirken und ob ihnen zu diesem Behufe die und die Gröfse anerschaffen ist, ob sie deswegen in die und die Entfernung versetzt worden sind, oder ob sie mit den irdischen Dingen nichts zu thun haben. Haben sie nichts mit der Erde zu thun, so ist es eine grofse Thorheit, wenn wir Erdenmenschen über ihre Gröfse ein Urteil fällen, über ihre Anordnung Ge-

Entgegnung auf die vom Verfasser des Büchleins erhobenen Einwände.

Der Verfasser des Büchleins gerät bei seinen Fragen in Konfusion und Widersprüche.

An den Verfasser des Büchleins gerichtete Fragen, welche die Bedeutungslosigkeit der seinen beweisen.

setze aufstellen wollen, wo wir doch nicht das Mindeste von ihren Angelegenheiten und Interessen wissen. Behauptet er aber, dafs sie eine Einwirkung üben, dafs ihnen dies als Zweck gesetzt ist, so schlägt er auf der anderen Seite seiner Behauptung ins Gesicht, so lobt er, was er noch eben verdammt hat, als er die Himmelskörper in so grofse Entfernung versetzt erklärte, dafs sie von der Erde aus zu winzig erschienen, um einen Einfluſs auf diese üben zu können. Aber, lieber Mann, in der Entfernung, in der sich nun einmal die Sternensphäre befindet und die Eueres Bedünkens so wohlabgemessen ist, um auf die irdischen Verhältnisse Einfluſs zu üben, erscheinen äufserst zahlreiche Sterne winzig klein, hundertmal so viele sind überhaupt für uns unsichtbar, d. h. sie scheinen noch kleiner als winzig; also müfst Ihr entweder, im Widerspruch mit Euch selbst, nunmehr ihren Einfluſs auf die Erde läugnen, oder, gleichfalls im Widerspruch mit Euch selbst, zugeben, dafs so winzig zu erscheinen ihrer Wirkung keinen Abbruch thut, oder Ihr müfstet denn eingestehen — und dies Eingeständnis wäre offener und bescheidener — Ihr müfstet freimütig bekennen, dafs über ihre Gröfse und Entfernung ein Urteil abzugeben ein eiteles Unterfangen ist, um nicht zu sagen ein anmafsendes oder frivoles.

Simpl. In der That, beim Lesen dieser Stelle sah auch ich sofort den offenbaren Widerspruch, wenn er einerseits behauptet, die Sterne des Kopernikus, wenn ich so sagen darf, könnten nicht auf die Erde einwirken, weil sie so winzig erscheinen, auf der anderen Seite nun aber nicht bemerkt, eben diesen Einfluſs seinem und des Ptolemäus Sternen zugestanden zu haben, welche doch auch winzig erscheinen, ja gröfstenteils unsichtbar sind.

Salv. Ich komme nun zu einem anderen Punkte. Worauf gründet sich sein Ausspruch, dafs die Sterne so klein erscheinen? etwa darauf, dafs wir Menschen sie in solcher Kleinheit sehen? Weifs er nicht, dafs dies von dem Werkzeug herrührt, welches wir bei ihrer Betrachtung benutzen, d. h. von unserem Auge?[69]) Wir brauchen zum Beweis dafür nur das Werkzeug zu ändern, so werden wir sie gröfser und gröfser erblicken, wie uns beliebt. Wer weifs, ob sie nicht der Erde, die sie ohne Augen betrachtet, gewaltig grofs erscheinen, so grofs vielleicht, wie sie wirklich sind? Doch es ist an der Zeit, diese Trivialitäten auf sich beruhen zu lassen und zu ausschlaggebenderen Betrachtungen überzugehen. Nun habe ich bereits zweierlei nachgewiesen, erstens in welche Entfernung man das Firmament zu versetzen hat, damit der Erdbahndurchmesser ihm gegenüber ebenso unerhebliche Verschiedenheiten bewirke als in Entfernung der Sonne die Gröfse der Erde. Desgleichen habe ich zweitens gezeigt, dafs es

Das Klein-Erscheinen entfernter Objekte beruht auf einem Mangel des Auges, wie nachgewiesen wird.

nicht nötig ist einen Stern des Firmaments für gröfser als die Sonne zu erklären, damit er uns so grofs erscheine, wie wir ihn thatsächlich sehen. Danach möchte ich nun wissen, ob *Tycho* oder einer seiner Anhänger jemals auf die eine oder andere Weise versucht hat zu ergründen, ob an der Sternensphäre irgendwelche Erscheinung wahrzunehmen ist, um derentwillen man mit gröfserer Entschiedenheit sich für oder wider die jährliche Erdbewegung aussprechen kann.

Weder *Tycho* noch seine Anhänger haben je versucht Himmelserscheinungen festzustellen, die zu Gunsten oder zu ungunsten der jährlichen Bewegung sprechen.

Sagr. Ich würde an ihrer Stelle mit Nein antworten und hinzufügen, dafs es dessen auch gar nicht bedurfte, da Kopernikus selbst eine solche Verschiedenheit für nicht vorhanden erklärt. Sie argumentieren dann *ad hominem*[70]), räumen ihm das ein und weisen auf Grund dieser Annahme die daraus hervorgehenden unwahrscheinlichen Folgerungen nach, dafs nämlich dann der Sphäre eine so ungeheuere Ausdehnung beizumessen sei, dafs ein Fixstern, um uns so grofs zu erscheinen, wie er erscheint, in Wahrheit einen ungeheueren, die ganze Erdbahn an Gröfse übertreffenden Umfang besitzen müsse; und das sei, meinen sie, durchaus unglaublich.

Salv. Ich bin der gleichen Meinung und glaube zuversichtlich, dafs sie „gegen den Mann" argumentieren mehr zur Verteidigung eines anderen Mannes als aus dem Wunsche heraus zur Erkenntnis der Wahrheit zu gelangen. Nach meiner Meinung hat sich nicht nur keiner an eine derartige Beobachtung gemacht, ich zweifle sogar, ob einer von ihnen weifs, welche Verschiedenheiten im Aussehen des Fixsternhimmels die jährliche Erdbewegung dann hervorbringen müfste, wenn die Sternensphäre nicht so weit entfernt wäre, dafs jene Verschiedenheiten ihrer Kleinheit wegen verschwinden. Eine solche Untersuchung zu unterlassen, sich bei dem blofsen Worte des Kopernikus zu beruhigen mag wohl ausreichen, um den einen Mann zu überzeugen, nicht aber um über die Thatsache zur Klarheit zu gelangen; denn es mag die Verschiedenheit thatsächlich vorhanden sein, ohne dafs Kopernikus sie gesucht hat, oder sie mag ihrer Kleinheit wegen und mangels genauer Instrumente von Kopernikus nicht entdeckt worden sein. Es wäre das nicht der einzige Fall, wo er wegen fehlender Instrumente oder sonst eines ungünstigen Umstands halber mangelhaft unterrichtet war; und doch stellte er, gestützt auf andere sehr zuverlässige Anhaltspunkte, unentwegt seine Lehren auf, gegen welche manches ihm Unverständliche zu sprechen schien. Denn, wie schon früher bemerkt, konnte er ohne Fernrohr weder das 60-fache Anwachsen des Mars, noch das 40-fache der Venus bei ihrer wechselnden Stellung wahrnehmen; diese Unterschiede scheinen vielmehr bei weitem geringer als sie in Wirklichkeit sind. Und doch ist man später zur Einsicht

Die Astronomen haben sich schwerlich Rechenschaft gegeben von den durch die jährliche Erdbewegung bedingten Himmelserscheinungen.

Kopernikus wufste manches nicht, weil es ihm an geeigneten Instrumenten fehlte.

gekommen, dafs diejenigen Veränderungen, welche das kopernikanische System erforderte, aufs Haar vorhanden sind. So wäre es also ein lohnendes Unternehmen mit der gröfstmöglichen Genauigkeit zu untersuchen, ob eine solche Änderung, wie sie im Fall der jährlichen Erdbewegung an den Fixsternen wahrnehmbar sein müfste, nicht thatsächlich zu beobachten ist: eine Untersuchung, die meiner festen Überzeugung nach bisher niemand angestellt hat; ja es mögen, wie gesagt, viele nicht einmal das richtige Verständnis haben für das, was man zu suchen hätte. Ich sage das nicht so ins Blaue hinein, sondern weil ich schon eine schriftliche Aufzeichnung eines jener Antikopernikaner gesehen habe[71]), worin er sagt, es müsse notwendig, wenn jene Meinung richtig wäre, von sechs zu sechs Monaten eine Zu- und Abnahme der Polhöhe erfolgen, da die Erde innerhalb dieses Zeitraums um eine Strecke von der Gröfse des Erdbahndurchmessers bald weiter gegen Norden, bald mehr gegen Süden zu stehen komme; und so scheint es ihm denn plausibel, ja notwendig, dafs für uns, die wir die Erde auf ihrer Bahn begleiten, der Pol in gröfserer Höhe liegt, sobald wir uns im Norden befinden, als wenn wir im Süden stehen. In denselben Irrtum verfiel ein übrigens recht verständiger Mathematiker, selbst ein Anhänger des Kopernikus, wie *Tycho* auf S. 684 seiner Progymnasmata berichtet. Dieser sagte, er habe einen Wechsel der Polhöhe beobachtet, sie sei im Sommer eine andere als im Winter; da nun *Tycho* die Thatsache zwar in Abrede stellt, den Gedankengang aber nicht verurteilt d. h. eine Änderung der Polhöhe in Abrede stellt, aber eine derartige Methode nicht als unpassend für den beabsichtigten Zweck verwirft, so erklärt er damit, dafs auch nach seiner Ansicht eine Änderung oder Nicht-Änderung der Polhöhe von sechs zu sechs Monaten eine gute Probe darauf ist, ob die Annahme einer jährlichen Erdbewegung statthaft oder zu verwerfen ist.

Tycho und andere bekämpfen die jährliche Bewegung wegen der Unveränderlichkeit der Polhöhe.

Simpl. In Wahrheit, Signore Salviati, auch ich halte das für eine notwendige Folge; Ihr werdet mir, glaube ich, nicht in Abrede stellen, dafs wenn wir nur 60 Miglien nach Norden reisen, der Pol sich um einen Grad hebt und dafs bei weiterer Annäherung an den Nordpunkt um 60 Miglien der Pol für uns um einen weiteren Grad steigt u. s. w. Wenn nun eine Annäherung oder Entfernung um blofs 60 Miglien eine so merkliche Änderung in der Polhöhe hervorruft, welchen Einflufs mufs da das Fortrücken von uns mitsamt der Erde um eine Strecke von nicht etwa 60, sondern von 60 000 Miglien üben?

Salv. Die Folge wird sein, wenn man auf Euere Proportion bauen soll, dafs sich der Pol um 1000 Grad heben wird. Seht, Signore Simplicio, was ein eingewurzeltes Vorurteil zu Wege bringt:

weil Ihr soviel Jahre hindurch die Vorstellung Euerem Geiste eingeprägt habt, dafs es der Himmel sei, der sich in 24 Stunden umdreht und nicht die Erde, dafs demzufolge die Pole dieser Umdrehung am Himmel liegen und nicht auf dem Erdball, so könnt Ihr nicht einmal für eine Stunde dieser Gewohnheit entsagen und die Maske der gegenteiligen Anschauung vornehmen, Euch vorstellen, dafs es die Erde ist, die sich bewegt, nur für so lange, als erforderlich ist, um zu begreifen, was folgen würde, wenn diese Lüge Wahrheit wäre. Wenn es die Erde ist, die sich in 24 Stunden um sich selber dreht, so liegen die Pole auf ihr, die Achse in ihr, der Äquator d. h. der gröfste Kreis, welchen der von beiden Polen gleichweit entfernte Punkt beschreibt, liegt auf ihr, auf ihr die unendlich vielen gröfseren oder kleineren Parallelkreise, welche die mehr oder weniger weit von den Polen entfernten Punkte beschreiben. An ihr und nicht an der Sternensphäre befindet sich alles das; denn diese ist unbeweglich und ihr fehlen daher alle diese Dinge, nur in der Vorstellung kann man sie sich auf diese übertragen denken, indem man die Erdachse soweit verlängert, bis sie zwei über unseren Polen gelegene Punkte am Himmel trifft, und indem man die Ebene des Äquators solange erweitert, dafs am Himmel ein ihm entsprechender Kreis ausgeschnitten wird. Wenn nun die wirkliche irdische Achse, die wirklichen irdischen Pole, der wirkliche irdische Äquator sich auf Erden nicht ändern, so lafst die Erde nur fortrücken, wohin es Euch beliebt, Ihr werdet, solange Ihr an demselben Orte auf Erden verharret, weder Euere Lage zu den Polen, noch zu den Parallelkreisen, noch zu sonst einem irdischen Dinge ändern und zwar darum nicht, weil ein derartiges Fortrücken Euch gemeinsam mit allen irdischen Dingen betrifft, und weil die Bewegung, sobald sie gemeinsam ist, so gut wie nicht vorhanden ist. So wenig Ihr nun Euer Verhalten zu den Erdpolen verändert — Euer Verhalten nämlich, insoweit etwa daraus eine Erhebung oder Senkung von diesen sich ergiebt — so werdet Ihr es gleicherweise nicht zu den am Himmel vorgestellten Polen ändern, sobald wir unter Himmelspolen nach der eben gegebenen Definition jene zwei Punkte verstehen, die von der bis dorthin verlängerten Erdachse an ihm markiert werden. Allerdings ändern sich diese Punkte am Himmel, wenn das Fortrücken der Erde derart erfolgt, dafs ihre Achse auf andere und andere Punkte der unbeweglichen Himmelskugel trifft; aber unsere Lage zu ihnen ändert sich nicht in der Weise, dafs der zweite sich mehr erhöbe als der erste. Wer einen der beiden, unseren Polen entsprechenden Punkte des Firmaments sich heben und den andern sich senken sehen möchte, mufs auf der Erde sich dem einen nähern, von dem anderen entfernen; denn das Fort-

Sobald die Bewegung gemeinsam ist, ist sie so gut wie nicht vorhanden.

rücken der Erde, während wir mit ihr verbunden bleiben, übt, wie gesagt, keinerlei Einfluſs darauf.

Passendes Beispiel zur Erläuterung der Unabhängigkeit der Polhöhe von der jährlichen Erdbewegung.

Sagr. Gestattet mir gefälligst, Signore Salviati, diese Frage auf recht verständliche Weise durch ein Beispiel zu erläutern; mag es auch plump sein, so ist es doch andererseits für den vorliegenden Zweck sehr passend. Stellt Euch vor, Signore Simplicio, Ihr wäret in einer Galeere, stündet auf dem Hinterteile und hättet einen Quadranten oder ein anderes astronomisches Instrument auf den höchsten Punkt des Besanmastes gerichtet, als wolltet Ihr seine Erhebung messen, welche beispielshalber 40 Grad betragen möge. Nun ist kein Zweifel, wenn Ihr in der Fahrtrichtung 25 oder 30 Schritte auf den Mast zu losgeht und wiederum das nämliche Instrument auf die nämliche Mastspitze richtet, daſs Ihr ihre Erhebung gröſser finden werdet, sagen wir um 10 Grad. Wenn Ihr aber, statt besagte 25 bis 30 Schritte auf den Mast zuzugehen, auf dem Hinterteile stehen bliebet und die ganze Galeere nach jener Richtung fahren lieſset, meint Ihr, daſs infolge der gemachten Fahrt von 25 bis 30 Schritten, die Höhe des Besanmastes 10 Grad gewachsen zu sein schiene?

Simpl. Ich meine und weifs, daſs sie auch nicht um Haaresbreite wüchse, selbst bei einer Fahrt von 1000 und 100000 Miglien, geschweige denn von 30 Schritten. Ich glaube aber allerdings, daſs, wenn man über die Spitze des Mastes auf einen in dieser Richtung stehenden Fixstern visiert, sodann den Quadranten festhält und 60 Miglien weiter in der Richtung auf den Stern zu fährt, das Instrument freilich noch auf die Spitze des Mastes eingestellt wäre wie zuvor, aber nicht mehr auf den Stern, welcher vielmehr um einen Grad höher stehen würde.

Sagr. Aber Ihr glaubt doch nicht etwa, daſs die Visierlinie nicht auf den Punkt der Sternensphäre einträfe, welcher der Richtung der Mastspitze entspricht?

Simpl. Das nicht; aber der Punkt würde ein anderer sein und läge unterhalb des zuerst beobachteten Sternes.

Sagr. Genau so verhält es sich. Wie aber in diesem Beispiele das der Erhebung der Mastspitze entsprechende nicht der Stern ist, sondern der Punkt des Firmaments, der sich in der Richtung des Auges und der Mastspitze befindet, so ist auch in dem zu erläuternden Falle das, was dem Erdpol am Firmament entspricht, nicht ein Stern oder sonst etwas am Firmamente Festes, sondern der Endpunkt der bis dorthin verlängerten Achse, mithin kein fester, sondern ein von den Bewegungen des Erdpols abhängiger Punkt. Darum hätte *Tycho* oder wer sonst diesen Einwand vorbrachte, sagen sollen, daſs bei sol-

Die jährliche Erdbewegung kann Anderungen der Lage eines Sternes.

cher Bewegung der Erde, wenn sie wirklich stattfände, eine gröfsere oder geringere Höhe nicht des Poles wahrzunehmen sein müsse, sondern irgendwelches Fixsternes in der unserem Pole entsprechenden Richtung.

nicht aber des Poles im Gefolge haben.

Simpl. Ich begreife jetzt sehr wohl das Mifsverständnis, das jene begangen; aber damit ist die in meinen Augen ganz aufserordentliche Beweiskraft des gegnerischen Arguments nicht beseitigt, wenn es auf die Veränderungen an den Sternen, und nicht mehr auf die am Pole bezogen wird. Denn wenn die Bewegung der Galeere um eine Strecke von nur 60 Miglien den Stern um einen Grad höher stehen läfst, wieso sollte dann nicht eine gleiche und noch sehr viel gröfsere Änderung eintreten, sobald die Galeere nach dem nämlichen Sterne hin um eine dem Erdbahndurchmesser gleiche Strecke fortrückt, dem Ihr eine Gröfse von der doppelten Entfernung zwischen Sonne und Erde zuerkennt?

Sagr. Hier, Signore Simplicio, liegt ein anderes Mifsverständnis vor, wie Ihr in Wahrheit sehr wohl wifst; Ihr seid Euch Eueres Wissens nur nicht bewufst, und ich will versuchen, es Euch ins Gedächtnis zurückzurufen. Darum sagt mir: wenn Ihr den Quadranten auf einen Fixstern eingestellt, seine Höhe etwa zu 40 Grad ermittelt habt und senkt nun, ohne Euch von der Stelle zu bewegen, den Schenkel des Quadranten, sodafs der Stern jetzt oberhalb jener Richtung zu stehen kommt, werdet Ihr darum sagen, der Stern habe eine gröfsere Höhe erlangt?

Widerlegung der mifsverständlichen Ansicht, wonach die jährliche Bewegung eine bedeutende Änderung in der Höhe des Sternes hervorbringen müfste.

Simpl. Gewifs nicht; denn die Änderung ist mit dem Instrumente vor sich gegangen, ohne dafs der Beobachter seine Stelle gewechselt und sich gegen den Stern hinbewegt hätte.

Sagr. Wenn Ihr aber auf der Erdoberfläche fahrt oder geht, würdet Ihr dann sagen, dafs mit demselben Quadranten keinerlei Veränderung vorgegangen sei, würdet Ihr meinen, er behalte stets dieselbe Erhebung in Bezug auf den Himmel bei, vorausgesetzt, Ihr selbst bewegtet ihn nicht, sondern beliefset ihn in seiner ursprünglichen Lage?

Simpl. Lafst mich einen Augenblick nachdenken. Sicherlich würde ich behaupten, dafs er sie nicht beibehält; denn der von mir zurückgelegte Weg ist nicht eben, sondern liegt auf dem Umfang des Erdballs, welcher Schritt für Schritt seine Neigung gegen den Himmel ändert und folglich auch dem Instrumente eine fortwährend wechselnde Neigung erteilt, da dieses zur Erde die gleiche Lage beibehält.

Sagr. Vortrefflich; und Ihr seht auch ein, dafs, je gröfser und gröfser jener Kreis würde, auf welchem Ihr Euch bewegt, eine desto

gröfsere Miglienzahl zurückzulegen wäre, damit der Stern jenen Grad höher zu stehen komme und dafs, wenn schliefslich die Bewegung nach dem Sterne hin in gerader Linie stattfände, man sich weiter bewegen müfste, als man es auf einem noch so grofsen Kreisumfange zu thun hätte.

Gerade Linie und unendliche Kreisperipherie sind ein und dasselbe.

Salv. Allerdings, denn schliefslich sind unendliche Kreisperipherie und gerade Linie ein und dasselbe.[72])

Sagr. Ei, das verstehe ich nicht und, wie ich glaube, versteht es auch Signore Simplicio nicht. Es mufs dahinter ein Geheimnis stecken, weil wir wissen, dafs Signore Salviati niemals ins Blaue hinein spricht, noch ein Paradoxon ins Feld führt, es sei denn, dafs es zu einem originellen Gedanken den Weg wiese; ich werde Euch daher gehörigen Orts und gehöriger Zeit daran erinnern uns diese Identität der geraden Linie mit der Peripherie eines unendlichen Kreises zu erläutern. Augenblicklich möchte ich nicht die vorliegende Untersuchung unterbrechen. Um zur Sache zurückzukehren, stelle ich Signore Simplicio die Erwägung anheim, dafs die wechselnde Entfernung der Erde von jenem in der Nähe des Pols befindlichen Stern gewissermafsen auf einer geraden Linie erfolgt, nämlich dem Durchmesser der Erdbahn. Wer daher als Mafsstab für das Steigen und Sinken des Polarsterns die Bewegung längs dieses Durchmessers benutzen will, wie wenn es sich um die Bewegung längs des winzigen Erdumfangs handelte, verrät wenig Sachkenntnis.

Simpl. Aber doch werden wir diese Schwierigkeiten noch nicht los, da auch von jener geringen Verschiedenheit, die vorhanden sein müfste, erfahrungsgemäfs nichts bekannt ist. Ist diese Verschiedenheit aber gleich Null, so mufs man notgedrungen zugeben, dafs auch die jährliche der Erde beigelegte Bewegung längs des *orbis magnus* gleich Null sei.

Sagr. Hier lasse ich Signore Salviati fortfahren. Er scheint mir den Unterschied zwischen einer gröfseren und geringeren Höhe des Polarsternes oder eines anderen Fixsternes nicht als ganz verschwindend anzunehmen, obgleich ein solcher von niemand nachgewiesen ist und obgleich er von Kopernikus seiner Kleinheit wegen wenn auch nicht gleich Null vorausgesetzt wird, so doch als jeder Beobachtung unzugänglich.

Salv. Ich habe schon früher gesagt, dafs meines Wissens niemand Beobachtungen darüber angestellt hat, ob zu verschiedenen Jahreszeiten irgendwelche Fixsternverschiebungen wahrzunehmen sind, welche auf die jährliche Erdbewegung sich zurückführen liefsen. Ich habe hinzugefügt, dafs ich bezweifle, ob irgend jemand sich Klarheit

darüber verschafft hat, welcher Art denn diese Veränderungen seien und zwischen welchen Sternen sie hervortreten müfsten; es ist daher zweckmäfsig, diesen Punkt einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen. Wenn ich blofs im allgemeinen geschrieben finde, die jährliche Erdbewegung längs des *orbis magnus* sei unzulässig, weil es unwahrscheinlich sei, dafs durch sie keine scheinbare Lagenänderung der Fixsterne verursacht werde, und wenn ich sodann keine Angabe darüber machen höre, wie denn im einzelnen sothane scheinbaren Änderungen beschaffen seien, an welchen Sternen sie auftreten müfsten, so kann ich mich des Glaubens nicht erwehren, dafs diejenigen, die bei diesem allgemeinen Ausspruch stehen bleiben, nicht verstanden haben und wahrscheinlich nicht gesucht haben zu verstehen, wie es mit diesen Änderungen denn bestellt ist und was es denn eigentlich für Erscheinungen sind, die, wie sie sagen, eintreten müfsten. Zu diesem Urteile fühle ich mich bewogen, weil ich weifs, dafs die jährliche Bewegung, die von Kopernikus der Erde beigelegt wird, wenn überhaupt in merklicher Weise, so doch nicht an allen Sternen in gleichem Betrage anscheinende Änderungen hervorbringen müfste, dafs vielmehr eine solche Erscheinung bei einigen in gröfserem Mafse, bei anderen in kleinerem, bei anderen in noch kleinerem, bei anderen endlich gar nicht mehr auftreten würde, wie grofs man auch den Kreis der jährlichen Bewegung annehmen mag. Ferner sind die Änderungen, die man wahrnehmen müfste, von zweierlei Art: einmal eine Änderung in der scheinbaren Gröfse dieser Sterne, sodann eine Änderung in ihren Meridianhöhen, welche dann mit einer Änderung bezüglich des Auf- und Untergangs, sowie der Zenithdistanz verbunden ist.

Welche Veränderungen infolge der jährlichen Erdbewegung wahrzunehmen sein müssen und an welchen Sternen.

Der Mangel an detaillierten Angaben über die Art der Veränderungen, welche die jährliche Erdbewegung möglicherweise bewirkt, beweist, dafs die Astronomen dieselben nicht verstanden haben.

Die Veränderungen an den Fixsternen müssen bei manchen gröfser, bei anderen kleiner, bei anderen völlig verschwindend sein.

Sagr. Ich meine schon zu fühlen, wie mein Kopf von einem Gewirr von Vorstellungen wirbelt; wollte Gott, es gelänge mir endlich mich daraus zu befreien; denn um Euch mein Unvermögen nur einzugestehen, Signore Salviati, ich habe öfters darüber nachgedacht, konnte aber niemals des Knäuels Ende finden. Ich meine nicht sowohl in erster Linie die Fragen, welche die Fixsterne betreffen, als vielmehr ein anderes, noch fataleres Geschäft, woran Ihr mich durch Erwähnung jener Meridianhöhen, Aufgangs-Azimuthe[73]), Zenithdistanzen erinnert habt. Dafs es mir so im Kopfe wirbelt, rührt von folgendem Übelstande her. Kopernikus nimmt die Sternensphäre als unbeweglich und die Sonne in ihrem Mittelpunkte an. Jede Änderung also, welche uns an der Sonne oder an den Fixsternen aufzutreten scheint, mufs notwendig in der Erde, in uns also, ihren Sitz haben. Die Sonne hebt und senkt sich aber in unserem Meridian um einen sehr grofsen Bogen, nämlich um fast 47 Grad, und um noch gröfsere

Hauptbedenken gegen Kopernikus bezüglich der Erscheinungen an Sonne und Fixsternen

und immer gröfsere Beträge ändert sie ihr Auf- und Untergangs-Azimuth bei schiefen Horizonten. Wieso kann daher die Erde sich so beträchtlich gegen die Sonne neigen und wieder aufrichten, gegen die Fixsterne hingegen gar nicht oder doch unmerklich wenig? Das ist der Knoten, der nie durch meinen Kamm laufen wollte; wenn Ihr mir ihn löset, habt Ihr in meinen Augen Alexander übertrumpft.[74])

Salv. Dies sind Bedenken, wie sie des Geistes eines Signore Sagredo würdig sind; die Schwierigkeit ist dermafsen grofs, dafs Kopernikus selbst sich kaum zutraute sie in verständlicher Weise aufzuhellen. Man ersieht dies aus seinem eigenen Geständnis, dafs die Sache dunkel sei, sowie auch daraus, dafs er zweimal auf verschiedenen Wegen den Versuch macht sie zu erläutern. Ich gestehe offen, seine Erklärung erst verstanden zu haben, als ich auf eine weitere davon verschiedene, sehr einfache und klare Weise mir Licht verschafft hatte, aber nicht ohne lange, mühsame Geistesarbeit.

Aristotelisches Argument gegen die alten Philosophen, welche die Erde zu einem Planeten machten.

Simpl. Aristoteles erkannte gleichfalls diese Schwierigkeit und bediente sich ihrer zur Widerlegung einiger alten Philosophen, welche die Erde zu einem Planeten machen wollten. Er führt gegen sie an, dafs, wenn dem so wäre, die Erde ebenso wie die anderen Planeten mehr als eine Bewegung haben müfste, woraus dann jene Schwankungen im Auf- und Untergang sowie auch in den Kulminationshöhen der Fixsterne sich ergeben müfsten. Da er auf die Schwierigkeit hinwies, ohne sie doch zu beseitigen, so mufs ihre Lösung, wo nicht unmöglich, doch äufserst schwierig sein.

Salv. Die Lösung eines so verwickelten und festgeschlungenen Knotens wird dadurch nur um so schöner und bewundernswerter, ich verspreche sie aber nicht für heute und bitte Euch sie bis morgen verschieben zu dürfen. Im Augenblicke wollen wir uns nur mit der Betrachtung und Erklärung jener Änderungen und Verschiedenheiten befassen, welche infolge der jährlichen Bewegung an den Fixsternen wahrnehmbar sein müfsten, wie wir eben sagten. Bei der Auseinandersetzung hierüber werden einige Punkte zur Sprache kommen, welche die Lösung des Hauptproblems vorbereiten. — Ich kehre zurück zu den beiden der Erde zugeschriebenen Bewegungen — ich sage zu den beiden, weil die dritte keineswegs eine eigentliche Bewegung ist, wie ich geeigneten Ortes auseinandersetzen werde — nämlich zu der jährlichen und der täglichen. Unter jener hat man sich die Bewegung vorzustellen, welche von dem Erdmittelpunkte längs der Peripherie des *orbis magnus*, d. h. eines gröfsten Kreises in der festen, unveränderlichen Ebene der Ekliptik, ausgeführt wird; die andere tägliche Be-

Jährliche Bewegung des Erdmittelpunktes unter der Ekliptik, tägliche Bewegung der Erde um ihren eigenen Mittelpunkt.

wegung wird von dem Erdball in sich selber, um sein eigenes Centrum und um seine eigene Achse ausgeführt, welche zur Ekliptikebene nicht senkrecht, sondern um etwa $23\frac{1}{2}$ Grad geneigt ist. Diese Neigung bleibt das ganze Jahr über unverändert und, was vor allem zu merken ist, bleibt immer nach dem nämlichen Teile des Himmels gerichtet, sodafs die Achse der täglichen Bewegung beständig sich selber parallel bleibt. Denken wir uns also besagte Achse bis zu den Fixsternen verlängert, so beschreibt sie, während das Erdcentrum in einem Jahre die ganze Ekliptik durchmifst, die Oberfläche eines schiefen Cylinders, dessen eine Grundfläche besagter jährlicher Kreis ist, dessen andere ein ähnlicher Kreis ist, welchen man sich von dem Achsenende oder mit anderen Worten von dem Pole am Fixsternhimmel beschrieben denken mag. Dieser Cylinder steht auf der Ekliptikebene in demselben Mafse schief, wie die Achse, durch deren Bewegung er erzeugt wird und die, wie gesagt, eine Neigung von $23\frac{1}{2}$ Grad besitzt. Da diese Schiefe beständig dieselbe bleibt — abgesehen von der nach vielen tausend Jahren hervortretenden kleinen Änderung, die für die vorliegende Frage nicht in Betracht kommt — so bewirkt sie kein Neigen und Heben des Erdballs, sondern wird unabänderlich beibehalten. Daraus folgt, dafs die Änderungen, welche an den Fixsternen infolge der blofsen jährlichen Bewegung wahrzunehmen sind, für jeden Punkt der Erdoberfläche die nämlichen sein werden, wie für den Erdmittelpunkt. Darum können wir bei den augenblicklichen Auseinandersetzungen ebenso gut den Mittelpunkt, wie irgendwelchen Punkt der Oberfläche betrachten. Zu leichterem Verständnis der ganzen Sache werden wir eine Zeichnung entwerfen. Wir geben zuerst in der Ebene der Ekliptik den Kreis $ANBO$ an, und zwar sollen A und B der nördlichste und der südlichste Punkt sein, mit anderen Worten der Anfang des Krebses und des Steinbocks. Den Durchmesser AB verlängern wir unbestimmt über D und C nach der Sternensphäre. Ich behaupte nun erstlich, dafs keiner der in der Ekliptik gelegenen Sterne, mag die Erde was immer für Verschiebungen in der Ekliptikebene erleiden, jemals seine Höhe ändern wird, vielmehr wird ein solcher stets in dieser Fläche selbst zu sehen sein. Wohl aber wird sich die Erde ihm nähern und von ihm entfernen, und zwar um den Betrag des Durchmessers des *orbis magnus*, wie aus der Figur anschaulich zu entnehmen ist; denn mag die Erde sich in A oder in B befinden, stets wird er in der nämlichen Linie ABC zu stehen scheinen, wohl aber ist die Entfernung BC um den Betrag des ganzen Durchmessers BA kleiner geworden als CA. Was man also bestenfalls an dem Sterne C und an jedem anderen in der Ekliptik gelegenen Sterne

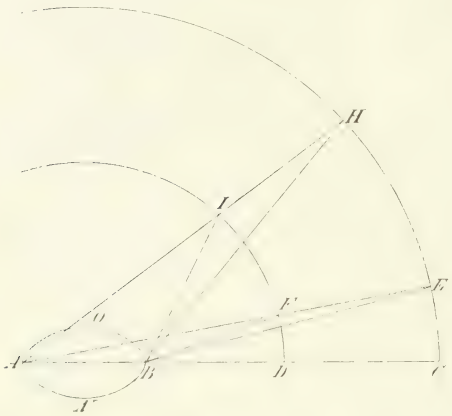
Die Erdachse bleibt stets sich selber parallel und beschreibt eine gegen den *orbis magnus* geneigte Cylinderfläche

Der Erdball verändert niemals seine Neigung, sondern behält dieselbe unabänderlich bei.

Die in der Ekliptik gelegenen Sterne heben und senken sich infolge der jährlichen Erdbewegung gar nicht, wohl aber nähern und entfernen sie sich.

beobachten könnte, wäre ein Wachsen oder Abnehmen der scheinbaren Gröfse infolge der Annäherung oder Entfernung der Erde.

Sagr. Ich bitte Euch höflichst, haltet einen Augenblick ein; denn ich habe ein Bedenken, das mir zu schaffen macht, es handelt sich um folgendes. Dafs der Stern C in derselben Linie ABC zu stehen scheint, sowohl wenn die Erde in A als auch, wenn sie in B weilt, begreife ich wohl; gleichwie ich auch verstehe, dafs das Nämliche der Fall wäre, wenn sich die Erde geradewegs von A nach B begäbe. Da sie aber vorausgesetztermafsen längs des Bogens ANB dahin gelangt, so wird offenbar, wenn sie sich im Punkte N oder in irgend einem anderen Punkte als A und B befindet, der Stern nicht mehr in der Linie AB, sondern in stets wechselnden Linien zu stehen scheinen. Wenn also die Stellung in verschiedenen Linien eine scheinbare Änderung verursachen mufs, so wird notwendig eine gewisse Verschiebung wahrzunehmen sein. Ja, ich möchte, wie es unter befreundeten Gelehrten von jeher gestattet war, von jenem philosophischen Freimut Gebrauch machen und bemerken, dafs Ihr meines Bedünkens in Widerspruch mit Euch selbst jetzt in Abrede stellt, was Ihr doch heute zu unserem grofsen Erstaunen als ganz zweifellose und grofsartige Thatsache nachgewiesen habt. Ich meine nämlich die Erscheinungen an den Planeten, insbesondere den drei oberen; diese befinden sich beständig in der Ekliptik oder stehen ihr ganz nahe, doch aber zeigen sie sich uns nicht nur bald in geringerer, bald in sehr grofser Entfernung, sondern weichen auch dermafsen von ihren regelmäfsigen Bewegungen ab, dafs sie bisweilen unbeweglich, bisweilen um viele Grade rückläufig zu sein scheinen, und alles das nur infolge der jährlichen Erdbewegung.



Einwand gegen die jährliche Erdbewegung, hergenommen von dem Verhalten der in der Ekliptik gelegenen Sterne.

Salv. Obgleich ich bei tausend Anlässen mich von der Gescheutheit Signore Sagredos habe überzeugen können, so wollte ich doch durch diese weitere Probe noch in erhöhtem Mafse mich vergewissern,

was ich mir von einem Geiste wie dem seinen versprechen darf und zwar einzig zu meinem Nutzen. Denn wenn meine Behauptungen sich an dem Prüfsteine seines Urteils bewähren, so werde ich sicher sein können, dafs sie aus wetterfestem Stoffe sind. Mit Fleifs habe ich Euch diesen Einwand verschwiegen, lafst es mich nur gestehen, jedoch nicht in der Absicht Euch zu hintergehen und Euch etwas Falsches einzureden, was ja immerhin möglich gewesen wäre, wenn ich den Einwand verschwiegen, Ihr ihn übersehen hättet und wenn er wirklich so begründet, so schlagend wäre, wie er es scheint. Das ist er aber nicht[75]), ja ich vermute jetzt, dafs Ihr mich nur auf die Probe stellen wollt und darum so thut, als sähet ihre seine Unzulänglichkeit nicht. Doch ich will diesmal Euere Malice übertrumpfen und gewaltsam Eueren Lippen entlocken, was Ihr listig habt verbergen wollen. Darum sagt mir: welcher Umstand ist es, der Euch Kenntnis giebt von dem durch die jährliche Bewegung bewirkten Stillestehen und Rückwärtsgehen der Planeten, einer so bedeutenden Erscheinung, dafs, wie Ihr sagt, wenigstens eine Spur von etwas Ähnlichem sich auch an den Sternen der Ekliptik zeigen müfste?

Sagr. Euere Frage betrifft zwei Punkte, deren jeder eine Antwort erheischt. Der erste betrifft den mir gemachten Vorwurf der Verstellung, der andere bezieht sich auf die etwaigen Erscheinungen an den Sternen u. dgl. Was den ersten angeht, so sage ich mit Verlaub: es ist nicht wahr, dafs ich mich gestellt habe, als sähe ich die Unzulänglichkeit jenes Einwandes nicht; um es Euch zu beweisen, bekenne ich jetzt, dafs ich die Unzulänglichkeit sehr wohl einsehe.

Salv. Aber da verstehe ich nicht, wieso Ihr Euch nicht verstellt haben wollt, als Ihr sagtet, Ihr sähet den Fehler nicht ein, während Ihr nunmehr zugebt ihn sehr wohl zu begreifen.

Sagr. Eben das Eingeständnis, dafs ich ihn begreife, mag Euch die Überzeugung beibringen, wie wenig ich heuchelte, als ich sagte, ich begriffe ihn nicht. Denn hätte ich heucheln wollen oder wollte es noch jetzt, wer könnte mir verwehren, die Heuchelei fortzusetzen und noch immer die Erkenntnis der Fehlerhaftigkeit zu verläugnen? Ich erkläre Euch also hiermit, dafs ich sie vorhin nicht einsah, sie aber gegenwärtig begreife, weil Ihr mein Nachdenken geweckt habt, indem Ihr nämlich erstens mit Entschiedenheit sagtet, dafs es nichts mit dem Einwande sei, und mich sodann ganz im allgemeinen fragtet, wodurch ich Kenntnis von dem Stillestehen und der Rückläufigkeit der Planeten habe. Da man dies nun an ihrer Stellung zu den Fixsternen erkennt, in Bezug auf welche ihre Bewegung bald nach Westen, bald nach Osten gerichtet ist, bald ganz aufhört, da ferner über der

Stillestehen, Rechts- u. Rückläufigkeit der Planeten wird durch ihre Lage zu den Fixsternen erkannt.

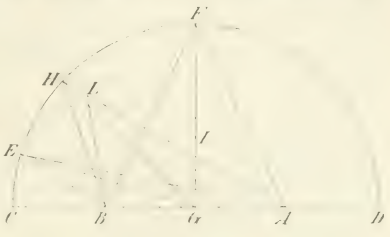
Sternensphäre nicht abermals eine unermefslich weiter entlegene und uns sichtbare Sphäre vorhanden ist, mit welcher wir unsere Fixsterne vergleichen könnten, so ist es unmöglich, an den Fixsternen auch nur eine Spur von dem wahrzunehmen, was bei den Planeten allerdings zu bemerken ist. Das wird es wohl gewesen sein, was Ihr meinen Lippen entlocken wolltet.

Salv. Das ist es, abgesehen von der Extrazugabe Eueres auserlesenen Scharfsinns. Wenn ich nämlich Euch durch ein hingeworfenes Wort ein Licht aufgehen liefs, so regt Ihr durch ein solches in mir einen neuen Gedanken an: es ist vielleicht doch nicht ganz ausgeschlossen, dafs im Verlauf der Zeit sich an den Fixsternen eine Erscheinung beobachten läfst, welche einen Rückschlufs auf den Sitz der jährlichen Umdrehung erlaubt. Es würden in diesem Falle die Fixsterne nicht weniger als die Planeten und die Sonne selbst vor dem Richterstuhl Zeugnis von dieser Bewegung zu Gunsten der Erde ablegen. — Denn meiner Ansicht nach sind die Sterne nicht über eine einzige Kugelfläche hin zerstreut und gleich weit entfernt von einem Mittelpunkte, sondern ihre Abstände von uns sind sehr verschieden, sodafs etliche wohl zwei- oder dreimal weiter entfernt sein mögen als gewisse andere. Wenn sich also mittels des Fernrohrs herausstellte, dafs ein sehr kleiner Stern ganz dicht bei einem der gröfseren steht, dafs mithin ersterer sehr hoch stände, so könnte es wohl geschehen, dafs eine merkliche Änderung ihrer gegenseitigen Lage einträte, analog den Erscheinungen an den oberen Planeten.[76]) Soviel für jetzt über die speciell in der Ekliptik gelegenen Sterne. — Wir kommen nun zu den aufserhalb der Ekliptik gelegenen Fixsternen. Denken wir uns einen gröfsten Kreis senkrecht auf der Ekliptikebene, etwa den, der dem Solstitialkolur[77]) an der Fixsternsphäre entspricht und der zugleich ein Meridian ist; er möge $CEHF$ heifsen. In ihm betrachten wir einen aufserhalb der Ekliptik gelegenen Stern, etwa E. Dessen Höhe wird sich nun allerdings bei Bewegung der Erde ändern, denn wenn sich die Erde in A befindet, wird er in der Richtung AE zu erblicken sein, also in einer Höhe vom Betrage des Winkels EAC; befindet sich die Erde aber in B, so steht er in der Richtung BE und besitzt eine Höhe im Betrage des Winkels EBC; letzterer aber ist gröfser als Winkel EAC, weil er Aufsenwinkel des Dreiecks AEB ist und dem Dreieckswinkel EAB gegenüber liegt. Demnach wird die Entfernung des Sternes E von der Ekliptik sich scheinbar geändert haben; auch seine Höhe im Meridian wird gewachsen sein, wenn sich die Erde von A nach B begeben hat, und zwar um ebensoviel wie Winkel EBC den Winkel EAC übertrifft, d. h. um den

Fingerzeig der Fixsterne zu Gunsten der jährlichen Erdbewegung, ähnlich dem der Planeten

Die Fixsterne aufserhalb der Ekliptik heben und senken sich mehr oder weniger je nach ihrer Entfernung von der Ekliptik.

Betrag des Winkels AEB. Denn wenn im Dreieck EAB die Seite AB nach C verlängert wird, so übertrifft der Aufsenwinkel EBC, weil er gleich der Summe der beiden inneren gegenüberliegenden Winkel E und A ist, den Winkel A um die Gröfse des Winkels E. Nehmen wir ferner einen anderen Stern in demselben Meridian, aber in gröfserem Abstande von der Ekliptik, wie z. B. den Stern H, so wird der Unterschied zwischen den beiden von A und B aus beobachteten Richtungen noch gröfser sein, insofern der Winkel AHB gröfser ist als der vorige Winkel bei E. Dieser Winkel wird nämlich beständig wachsen, je weiter der beobachtete Stern von der Ekliptik entfernt liegt, bis schliefslich die gröfste Verschiebung bei einem Stern einträte, der im Ekliptikpol selbst stände, wie wir behufs völliger Strenge folgendermafsen nachweisen können. Der Durchmesser der Erdbahn sei AB, ihr Centrum G; man denke sich den Durchmesser bis zur Sternensphäre nach den Punkten D und C verlängert, im Mittelpunkte G sei die Ekliptikachse GF errichtet und gleichfalls bis zur Fixsternsphäre verlängert. An dieser sei ein Meridian DFC beschrieben, welcher senkrecht zur Ekliptikebene steht, überdies mögen auf dem Bogen FC zwei beliebige Punkte H und E als Sternörter angenommen werden. Man ziehe dann die Linien FA, FB, AH, HG, HB, AE, GE, BE, sodafs AFB der die Höhenunterschiede messende Winkel oder mit anderen Worten die Parallaxe des in F befindlichen Sternes ist, AHB die Parallaxe des in H befindlichen, endlich AEB die Parallaxe des Sternes in E. Ich behaupte, dafs der Winkel der Höhendifferenz am gröfsten ist für den im Ekliptikpol F befindlichen Stern, und dafs er bei einem dem Pole näher gelegenen Sterne gröfser ist als bei einem entfernteren, dafs also Winkel F gröfser ist als Winkel H, und dieser gröfser als Winkel E. — Man denke sich um das Dreieck FAB einen Kreis beschrieben; da nun Winkel F spitz ist — es ist nämlich seine Basis AB kleiner als der Durchmesser DC des Halbkreises DFC — so wird er in dem gröfseren der durch die Basis AB hergestellten Abschnitte des umschriebenen Kreises liegen. Da ferner AB von FG senkrecht halbiert wird, so wird das Centrum des umbeschriebenen Kreises auf FG liegen, etwa im Punkte I. Nun ist aber von allen Linien, die man von dem excentrisch gelegenen Punkte G bis zur Peri-



pherie des umschriebenen Kreises ziehen kann, diejenige die gröfste, welche durch den Mittelpunkt hindurchgeht; demnach wird GF gröfser sein als jede andere Linie, welche vom Punkte G bis zur Peripherie sich ziehen läfst. Es mufs dieser Kreis folglich die Strecke GH schneiden, da diese der Linie GF gleich ist. Wenn er aber GH schneidet, mufs er auch AH schneiden; angenommen letzteres geschehe in L, so ziehe man LB. Die beiden Winkel AFB und ALB müssen dann gleich sein, weil sie auf demselben Bogen des umschriebenen Kreises stehen; der Winkel ALB ist aber als Aufsenwinkel gröfser als der innere Winkel H, also ist auch Winkel F gröfser als Winkel H. — Auf dieselbe Weise können wir zeigen, dafs der Winkel H gröfser ist als die Winkel E; denn das Centrum des dem Dreieck AHB umschriebenen Kreises liegt auf der Senkrechten GF, diesem liegt nun aber die Linie GH näher als die Linie GE und darum schneidet die Peripherie des Kreises die Linie GE und folglich auch AE, sodafs die Behauptung damit evident ist. — Wir kommen daher zu dem Schlufs, dafs die Verschiedenheit der scheinbaren Lage oder, um den eigentlichen Kunstausdruck zu gebrauchen, die Parallaxe der Fixsterne gröfser oder kleiner ist, je nachdem die beobachteten Sterne dem Ekliptikpol mehr oder weniger nahe liegen, sodafs sie schliefslich bei den in der Ekliptik selbst gelegenen Sternen sich auf Null reduziert.

Die Erde nähert und entfernt sich von den Fixsternen der Ekliptik um den Betrag des Erdbahndurchmessers.

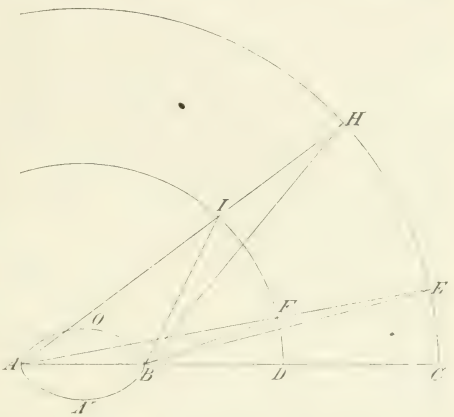
Was sodann die infolge der Erdbewegung wechselnde Entfernung der Sterne betrifft, so nähert und entfernt sie sich von den in der Ekliptik stehenden um den vollen Betrag des Erdbahndurchmessers, wie wir soeben gesehen haben. Bei den Sternen in der Nähe des Ekliptikpoles hingegen ist die Annäherung und Entfernung fast gleich Null, bei den übrigen ist die Verschiedenheit um so gröfser, je näher sie der Ekliptik liegen. — Wir können uns jetzt drittens davon überzeugen, dafs jene scheinbare Verschiebung sich gröfser oder geringer ergiebt, je nachdem der Stern uns näher oder ferner steht. Wenn wir nämlich einen anderen Meridian in geringerer Entfernung von der Erde zeichnen, wie etwa DFI und es steht ein Stern F, von dem Punkte A der Erdbahn aus gesehen, auf derselben geraden Linie AFE, so wird dieser, sobald man ihn von dem Punkte B der Erdbahn aus beobachtet, in der Linie BF zu stehen scheinen. Der Winkel, welcher den Höhenunterschied mifst, nämlich BFA mufs dann gröfser sein als der entsprechende Winkel AEB im vorigen Fall, da er Aufsenwinkel des Dreiecks BFE ist.

Gröfsere Verschiebungen erleiden die näheren als die entfernteren Sterne.

Sagr. Viel Vergnügen und Belehrung hat mir Euer Vortrag verschafft. Um mich zu vergewissern, dafs ich ihn gut verstanden habe, werde ich die Hauptergebnisse mit kurzen Worten zusammen-

fassen. Ihr habt uns, wie ich glaube, zwei verschiedenartige Erscheinungen angeführt, die wir möglicherweise infolge der jährlichen Erdbewegung an den Fixsternen beobachten können. Die eine besteht in einer Änderung ihrer scheinbaren Gröfsen, je nachdem wir, fortgeführt von der Erde, ihnen näher oder ferner sind; die andere, gleichfalls von dem Wechsel der Entfernung herrührend, besteht darin, dafs sie sich uns in demselben Meridiane bald höher, bald weniger hoch zeigen. Ferner teilt Ihr uns mit, und ich verstehe das sehr wohl, dafs weder die eine noch die andere dieser Veränderungen alle Sterne in gleicher Weise betrifft, vielmehr manche in höherem Mafse, manche in geringerem, manche gar nicht. Der Wechsel der Entfernung, vermöge dessen derselbe Stern bald einen gröfseren, bald einen kleineren scheinbaren Durchmesser haben müfste, ist unmerklich und fast gleich Null bei den Sternen in der Nähe des Ekliptikpols; er ist am gröfsten bei den in der Ekliptik gelegenen Sternen, er hat einen mittleren Betrag bei den dazwischen gelegenen. Gerade umgekehrt verhält es sich mit der zweiten Veränderung: der Unterschied in der höheren oder tieferen Stellung der in der Ekliptik gelegenen Sterne ist nämlich gleich Null, während er seinen gröfsten Wert bei den Sternen in der Nähe des Ekliptikpols erreicht und einen mittleren Wert bei den dazwischen gelegenen hat. Abgesehen davon sind beide Verschiedenheiten merklicher bei näheren Sternen, minder merklich bei entfernteren und sie würden schliefslich bei äufserster Ferne völlig verschwinden. – So, jetzt habe ich meine Rolle gespielt. Es erübrigt noch, wenn ich richtig vermute, Signore Simplicio Genüge zu thun; er wird schwerlich ohne weiteres sich damit einverstanden erklären, derartige Verschiedenheiten unmerklich zu nennen; rühren sie doch her von einer so gewaltigen Erdbewegung, von einer Lagenänderung, bei welcher die Erde an Orten steht, die von einander doppelt so weit abstehen als die Sonne von uns.

Zusammenfassung der aus Anlafs der jährlichen Erdbewegung stattfindenden Erscheinungen an den Fixsternen



Simpl. Um offen zu reden, es widerstrebt mir in der That sehr, den Fixsternen einen so grofsen Abstand zuzuerkennen, dafs die besprochenen Unterschiede völlig unmerklich sein sollten.

Salv. Gebt nicht alle Hoffnung auf, Signore Simplicio, es mag doch vielleicht ein oder das andere Abschwächungsmittel für Euer Bedenken zu finden sein. Erstlich: dafs keine merklichen Änderungen in der scheinbaren Gröfse der Sterne sich beobachten lassen, darf Euch nicht so sehr Wunder nehmen, wo Ihr doch seht, wie man sich bei Schätzung dieser Verhältnisse so arg täuschen kann, namentlich wenn es sich um hell leuchtende Objekte handelt. Wenn Ihr selber z. B. eine brennende Fackel aus einer Entfernung von 200 Schritten betrachtet und sodann drei bis vier Ellen näher herangeht, glaubt Ihr, Ihr würdet merken, dafs sie Euch gröfser erscheint? Ich für mein Teil würde sicher nichts davon bemerken, käme ich selbst 20 oder 30 Ellen näher heran; ja es ist mir schon vorgekommen, dafs ich in solcher Entfernung ein derartiges Licht gesehen habe und mich nicht entscheiden konnte, ob es an mich herankam oder sich entfernte, während es thatsächlich sich mir näherte. Doch wie? ist nicht der nämliche Betrag der Annäherung und Entfernung — nämlich ein der doppelten Sonnenentfernung gleicher — beim Saturn fast völlig unmerklich, bei Jupiter schon kaum zu beobachten? Wie soll es da nun mit den Fixsternen stehen, denen Ihr doch gewifs ohne Widerstreben die doppelte Saturnentfernung zuerkennt? Mars, welcher in seiner Erdnähe . . .

Bei weit entfernten, leuchtenden Objekten ist eine geringe Annäherung oder Entfernung unmerklich.

Simpl. Bemüht Euch nicht weiter betreffs dieses Umstandes, denn ich verstehe jetzt, warum sehr wohl möglich ist, was Ihr über die nicht veränderte scheinbare Gröfse der Fixsterne gesagt habt. Wie aber steht es mit dem anderen Bedenken, welches darauf beruht, dafs man keine Änderung in ihrer gegenseitigen Lage wahrnimmt?

Salv. Vielleicht gelingt es uns, Euch auch hierüber zu beruhigen. Um es kurz zu machen, wäret Ihr nicht zufriedengestellt, wenn man wirklich an den Sternen diejenigen Veränderungen wahrnähme, die Euerer Meinung nach notwendig wahrzunehmen sein müfsten, sobald der Erde die jährliche Bewegung zukäme?

Simpl. Ohne Zweifel wäre ich das, soweit es sich um diese besondere Frage handelt.

Salv. Ich sähe es gerne, wenn Ihr sagtet, dafs mit Konstatierung einer solchen Veränderung nichts mehr vorläge, was die Erdbewegung zweifelhaft machen könnte; denn es gäbe keinen anderen Ausweg, besagte Erscheinung zu erklären. Aber sollte diese auch nicht sinnlich wahrzunehmen sein, so ist doch damit die Erdbewegung noch

Wenn an den Fixsternen irgend welche jährlich wieder-

nicht widerlegt, die Unbeweglichkeit noch nicht zwingend erwiesen. Denn möglicherweise macht die ungeheuere Entfernung der Sternensphäre, wie Kopernikus behauptet, solche minimalen Erscheinungen der Beobachtung unzugänglich. Überdies hat man, wie gesagt, bisher vielleicht noch nicht einmal den Versuch gemacht, sie zu konstatieren, oder wenn auch versucht, so doch nicht in der richtigen Weise, nämlich nicht mit der Genauigkeit, die für so minutiöse Dinge erforderlich wäre. Eine solche Genauigkeit ist schwer zu erzielen, teils wegen der Mängel der astronomischen Instrumente, die vielen wechselnden Einflüssen ausgesetzt sind, teils auch durch Schuld derer, die sie mit geringerer Sorgfalt anwenden, als erforderlich wäre. Ein deutlicher Beweis dafür, wie wenig dergleichen Beobachtungen zu trauen ist, sind die Abweichungen in den Angaben der Astronomen über die Örter nicht etwa blofs der neuen Sterne und der Kometen, sondern auch der Fixsterne selbst, ja sogar über die Polhöhen, betreffs deren die Angaben öfters um viele Minuten von einander verschieden befunden werden. Und wer wollte auch, die Wahrheit zu reden, bei einem Quadranten oder Sextanten, dessen Schenkel höchstens drei oder vier Ellen mifst, die Einstellung des Lotes oder der Diopter mit Sicherheit bis auf zwei oder drei Minuten zuwege bringen, welche auf seinem Bogen höchstens Hirsekorngröfse besitzen? ganz abgesehen davon, dafs es beinahe unmöglich ist, das Instrument absolut genau herzustellen und zu erhalten. Ptolemäus mifstraut einer Armillarsphäre, die Archimedes selbst hergestellt hatte, um den Eintritt der Sonne in den Äquator zu bestimmen.[78])

kehrende Änderung wahrzunehmen wäre, wäre die Erdbewegung unwidersprechlich bewiesen.

Beweis der geringen Zuverlässigkeit astronomischer Instrumente.

Ptolemäus mifstraut einem von Archimedes verfertigten Instrumente.

Simpl. Wenn die Instrumente aber so unzuverlässig, die Beobachtungen so zweifelhaft sind, wie können wir dann je zu gesicherter Erkenntnis gelangen, wie sollen wir die Fehler vermeiden? Ich habe doch viel Rühmens von den mit ungeheueren Kosten verfertigten Instrumenten Tychos machen hören[79]), sowie von seiner peinlichen Genauigkeit bei Anstellung von Beobachtungen.

Tychos Instrumente mit grofsem Kostenaufwand hergestellt.

Salv. Alles das gebe ich Euch zu; aber weder diese noch jene reichen aus, um uns in einer Frage von solcher Wichtigkeit Gewifsheit zu verschaffen. Ich bin der Ansicht, dafs man viel, viel gröfsere Instrumente benutzen sollte als die Tychos, die höchst genau und dabei sehr billig sind, deren Schenkel eine Länge von 4, 6, 20, 30, 50 Miglien hat, sodafs ein Grad eine Miglie, eine Minute 50 Ellen, eine Sekunde fast eine Elle grofs ist; wir können sie mit einem Worte von jeder beliebigen Gröfse ohne jeglichen Kostenaufwand haben. Als ich mich in einem meiner Landhäuser bei Florenz[80]) befand, beobachtete ich deutlich, wie die Sonne in ihr Sommer-Solstitium eintrat und es wieder

Was für Instrumente für höchst genaue Beobachtungen erforderlich sind.

Höchst genaue Beobachtung des Ein- und Austritts der

Sonne aus dem Sommer-Solstitium.

verliefs. Bei ihrem Untergange nämlich verschwand sie eines Abends hinter einem 60 Miglien weit entfernten Felsen der Berge von Pietrapana, sodafs nur ein schmales Streifchen nach Norden zu hervorragte, dessen Breite nicht den hundertsten Teil des Sonnendurchmessers betrug. Den folgenden Tag stand noch immer beim Untergang ein ähnliches, aber merklich schmäleres Streifchen hervor: ein unwidersprechlicher Beweis, dafs sie bereits begonnen hatte, den Wendekreis zu verlassen; der Rückgang der Sonne zwischen der ersten und zweiten Beobachtung betrug am Horizont sicher nicht mehr als eine Sekunde, überdies ist die Beobachtung, die man mittels eines vorzüglichen, die Sonnenscheibe mehr als tausendfach vergrößernden Fernrohrs anstellt, leicht und zugleich genufsreich. Mit solchen Instrumenten nun, meine ich, sollen wir die Beobachtungen an den Fixsternen anstellen, und zwar würde einer von denjenigen als Objekt zu dienen haben, bei welchen die Veränderung etwas beträchtlicher sein müfste, d. h. wie bereits auseinandergesetzt ist, einer von denjenigen, die am weitesten von der Ekliptik entfernt sind. Hierzu würde die Wega, ein sehr grofser und dem Ekliptikpole benachbarter Stern in nördlicher gelegenen Ländern sich sehr wohl eignen, indem man auf gleich von mir anzugebende Weise verfährt, nur bediene ich mich eines anderen Sternes.

Geeigneter Ort zur Beobachtung der Fixsterne, insofern es sich um die jährliche Erdbewegung handelt.

Ich habe mir im stillen schon einen Ort ausersehen, der sich für solche Beobachtung trefflich eignet: der Ort ist eine freie Ebene, auf welcher sich gegen Norden ein hoher Berg erhebt; auf seinem Gipfel ist ein kleines von West nach Ost sich erstreckendes Kirchlein gebaut, sodafs der Dachfirst den Meridian eines auf der Ebene gelegenen Gebäudes möglicherweise rechtwinklig schneidet. Ich will nun eine Stange parallel zu besagtem First oder Giebel anbringen lassen in dem Abstand von etwa einer Elle. Ist das geschehen, so werde ich auf der Ebene den Punkt suchen, von welchem aus einer der Sterne des Wagens im Augenblick seines Durchgangs durch den Meridian sich gerade hinter der nun angebrachten Stange verbirgt, oder sollte diese nicht stark genug sein, so werde ich die Stelle ermitteln, von der aus die nämliche Stange die Scheibe sothanen Sternes mitten entzwei zu schneiden scheint: eine Erscheinung, die mittels eines vorzüglichen Fernrohrs vorzüglich wahrnehmbar ist. Befindet sich an dem Orte, von wo aus die fragliche Erscheinung zu beobachten ist, ein Gebäude, um so angenehmer; wo nicht, so werde ich einen Pfahl sehr solide in die Erde rammen lassen mit einer festen Marke, welche die Stelle anzeigt, an die das Auge zu bringen ist, so oft man die Beobachtung wiederholen will. Ich beginne nun die Beobachtungen um die Sommersonnenwende, setze sie von Monat zu Monat oder wann es mir sonst

beliebt, bis zur anderen Sonnenwende fort. Durch diese Beobachtung läfst sich eine etwaige Zu- oder Abnahme in der Höhe des Sternes ermitteln, wie klein sie auch sein möge. Wenn es bei diesem Verfahren gelingt irgendwelche Änderung aufzufinden, was für ein grofser Gewinn für die Astronomie! Denn damit können wir aufser der Gewifsheit über die jährliche Bewegung auch sichere Kenntnis von der Gröfse und Entfernung selbigen Sternes erlangen.

Sagr. Ich verstehe die ganze Entwicklung sehr wohl. Mir scheint das Verfahren so leicht und zweckentsprechend, dafs die Vermutung nahe liegt, Kopernikus oder ein anderer Astronom habe es zur Ausführung gebracht.

Salv. Ich bin der entgegengesetzten Ansicht; denn hätte jemand es versucht, so würde er schwerlich unterlassen haben, das Ergebnis anzuführen, ob es nun zu Gunsten dieser oder jener Ansicht sprach. Es hat aber niemand weder zu dem vorliegenden noch zu anderem Zwecke sich einer solchen Beobachtungsmethode bedient, die sich ohne scharfes Fernrohr auch nur unvollkommen anwenden liefse.

Sagr. Ich fühle mich vollauf befriedigt von dem, was Ihr sagt. Da uns aber bis Nacht noch reichlich Zeit übrig bleibt, so lafst Euch nicht verdriefsen, wenn Ihr wollt, dafs ich ruhig schlafen soll, jene Probleme zu erklären, für deren Behandlung Ihr vorhin bis morgen um Aufschub batet. Gebt gefälligst das vorhin von uns gemachte Zugeständnis wieder zurück; lafst alle anderen Erwägungen zur Seite und setzt uns auseinander, wieso bei Zugrundelegung der von Kopernikus behaupteten Erdbewegungen und bei Annahme der Unbeweglichkeit von Sonne und Fixsternen, ganz ebenso dieselben Erscheinungen rücksichtlich der höheren oder tieferen Stellung der Sonne, des Wechsels der Jahreszeiten, der ungleichen Länge von Tag und Nacht u. s. w. sich ergeben können, wie sie das ptolemäische System so leicht und faslich erklärt.

Salv. Man soll und kann eine Bitte Signore Sagredos nicht abschlagen. Mit dem von mir erbetenen Aufschub bezweckte ich auch nur Zeit zu gewinnen, um in meinem Kopfe die Prämissen zurechtzulegen, die nötig sind für eine gründliche und klare Erläuterung der Frage, wieso die genannten Erscheinungen ebenso wohl nach der kopernikanischen als nach der ptolemäischen Ansicht eintreten müssen, ja mit noch gröfserer Ungezwungenheit und Einfachheit nach jener als nach dieser, so dafs deutlich erhellt, jene Hypothese sei ebenso leicht von der Natur ins Werk zu setzen als schwer für die Vernunft zu begreifen. Gleichwohl hoffe ich, indem ich mich einer anderen Erklärungsweise als der des Kopernikus bediene, auch seine Auffassung einigermafsen von ihrer

Das kopernikanische System bietet zwar dem Verständnis, nicht aber seiner Verwirklichung Schwierigkeiten.

Sätze, die zum richtigen Verständnis der Folgen der Erdbewegungen notwendig sind.

Dunkelheit zu befreien. Zu diesem Zwecke werde ich mehrere, ohne weiteres feststehende und bekannte Voraussetzungen machen, es sind die folgenden:

Erstens. Gesetzt, die kugelförmige Erde drehe sich um ihre eigene Achse und deren Pole, so beschreibt jeder auf ihrer Oberfläche bezeichnete Punkt einen gröfseren oder kleineren Kreis, je nachdem der bezeichnete Punkt mehr oder weniger weit von den Polen entfernt liegt. Von diesen Kreisen ist der gröfste derjenige, welchen ein von den Polen gleich weit entfernter Punkt zurücklegt. Alle diese Kreise sind einander parallel, wir wollen sie Parallelkreise nennen.

Zweitens. Da die Erde Kugelgestalt besitzt und aus undurchsichtiger Materie besteht, so wird beständig die eine Hälfte ihrer Oberfläche von der Sonne beleuchtet, wogegen die andere finster bleibt. Die Grenze, welche den erleuchteten Teil von dem finsteren scheidet, ist ein gröfster Kreis; wir wollen ihn den Grenzkreis des Lichtes nennen.

Drittens. Wenn der Grenzkreis des Lichtes durch die Pole hindurchgehen sollte, so wird er als gröfster Kreis jeden Parallelkreis in zwei gleiche Teile teilen. Geht er aber nicht durch die Pole, so wird er sie sämtlich in ungleiche Teile teilen, mit einziger Ausnahme des mittelsten Parallelkreises, welcher auch in diesem Falle, weil er ein gröfster Kreis ist, halbiert wird.

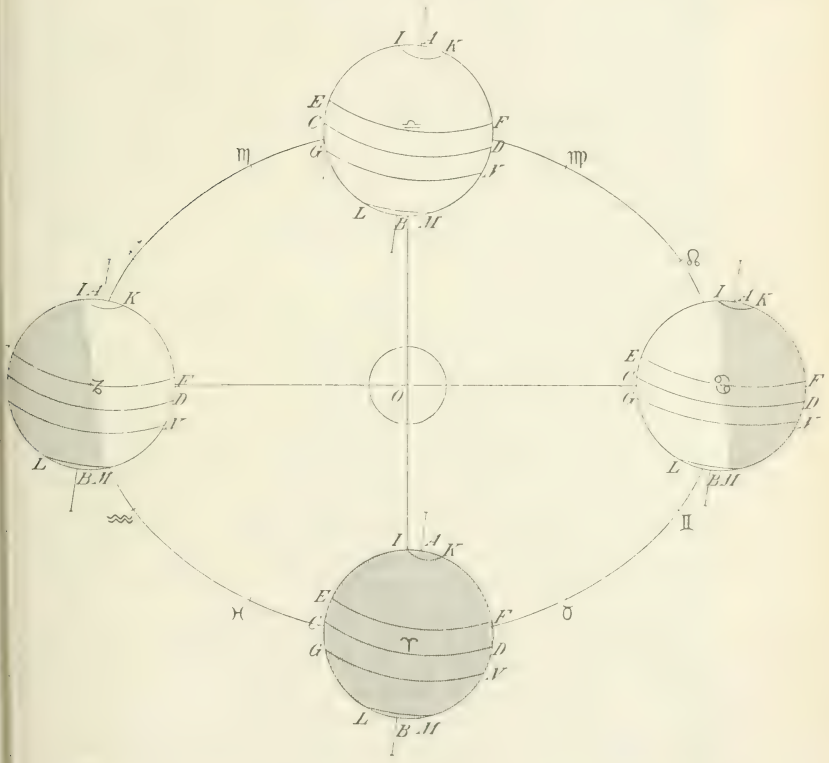
Viertens. Wenn die Erde sich um ihre eigenen Pole dreht, so wird die Länge von Tag und Nacht durch die Bogen der Parallelkreise bestimmt, die von dem Grenzkreise des Lichtes ausgeschnitten werden; und zwar hängt die Länge des Tages von dem Bogen ab, der in der erleuchteten Hälfte verläuft, die Länge der Nacht entspricht dem Reste des Bogens.

Höchst einfache, das kopernikanische System nebst seinen Folgen darstellende Zeichnung.

Dieses festgestellt, entwerfen wir behufs klarerer Verständlichkeit des folgenden eine Figur. Zunächst zeichnen wir eine Kreisperipherie, die uns die Bahn der Erde in der Ekliptikebene vorstellen soll. Diese teilen wir durch die beiden Durchmesser Steinbock — Krebs und Widder — Wage in vier gleiche Teile; wir erhalten dadurch gleichzeitig die vier Kardinalpunkte, nämlich die beiden Solstitien und die beiden Äquinoktien. In dem Mittelpunkte sothanen Kreises heben wir die feste unbewegliche Sonne O hervor. Wir zeichnen sodann um die vier Punkte Steinbock, Krebs, Wage und Widder als Centren vier gleiche Kreise, welche uns die Erde darstellen sollen, wie sie zu verschiedenen Zeiten in diesen Punkten sich befindet. Dieselbe legt im

Laufe eines Jahres mit ihrem Mittelpunkte die ganze Peripherie Steinbock, Widder, Krebs, Wage zurück und zwar in der Richtung von West nach Ost, d. h. in der Ordnung der Zeichen. Nun ist deutlich, dafs wenn die Erde sich im Steinbock befindet, die Sonne im Krebs zu stehen scheint; dafs ferner, wenn die Erde sich längs des Bogens Steinbock — Widder bewegt, die Sonne scheinbar den Bogen Krebs —

Wie die jährliche Bewegung der Sonne vom kopernikanischen Standpunkte aus sich ergiebt.



Wage beschreiben mufs; kurzum die Sonne mufs im Laufe eines Jahres den Tierkreis nach der Ordnung der Zeichen zu durchlaufen scheinen. Mit dieser ersten Annahme also wird die scheinbare jährliche Sonnenbewegung in der Ekliptik vollauf befriedigend erklärt. Will man jetzt zu der anderen Bewegung übergehen, nämlich zu der täglichen Be-

wegung der Erde um sich selbst, so hat man ihre Pole und die Achse festzulegen, welch letztere nicht senkrecht zu der Ekliptikebene zu denken ist, also nicht parallel zur Achse der Erdbahn, sondern vom rechten Winkel um etwa $23\frac{1}{2}$ Grad abweichend, und zwar mit dem Nordpol gegen die Achse der Ekliptik hingeneigt, wenn sich das Erdcentrum im Solstitialpunkte des Steinbocks befindet. Denken wir uns also, der Mittelpunkt der Erde befinde sich im Steinbock, so zeichnen wir ihre Pole und die Achse AB derart, dafs letztere gegen das Lot auf dem Durchmesser Steinbock — Krebs um $23\frac{1}{2}$ Grad geneigt ist[1]); demnach ist der Winkel A — Steinbock — Krebs der Ergänzungswinkel zu einem Rechten, beträgt somit $66\frac{1}{2}$ Grad. Dabei hat man sich diese Neigung unveränderlich zu denken und unter dem oberen Pol A den Nordpol, unter dem anderen B den Südpol zu verstehen. Wenn wir uns nun vorstellen, die Erde drehe sich innerhalb 24 Stunden in sich selbst um die Achse AB gleichfalls von West nach Ost, so werden von allen auf der Oberfläche gelegenen Punkten parallele Kreise beschrieben. In jener ersten Lage der Erde wollen wir den gröfsten dieser Kreise CD und die beiden von ihm um $23\frac{1}{2}$ Grad entfernten Parallelkreise zeichnen, nämlich EF über und GN unter demselben, ferner die beiden anderen ganz oben und unten gelegenen Kreise IK, LM, welche eben diesen Abstand von den Polen haben. Wie wir diese fünf Linien verzeichnet haben, so können wir uns unzählige andere, diesen parallele vorstellen, welche von den unzähligen Punkten der Erdoberfläche beschrieben werden. Denken wir uns jetzt, die Erde begebe sich infolge der jährlichen Bewegung ihres Centrums an die anderen bereits bezeichneten Stellen und zwar unter steter Innehaltung des Gesetzes, dafs ihre eigene Achse AB nicht nur ihre Neigung zu der Ebene der Ekliptik nicht ändere, sondern auch niemals ihre Richtung wechsele, also sich immer selbst parallel bleibe und somit beständig nach denselben Teilen des Weltalls oder des Firmaments gerichtet sei. Denken wir sie uns bis zu diesem verlängert, so würde ihr oberstes Ende einen Kreis beschreiben, der parallel und gleich der Erdbahn Wage — Steinbock — Widder — Krebs ist und der die obere Grundfläche eines durch ihre jährliche Bewegung beschriebenen Cylinders auf der unteren Grundfläche Wage — Steinbock — Widder — Krebs bildet. Wir wollen daher unter Wahrung dieser unveränderten Neigung die drei anderen Figuren um die Mittelpunkte Widder, Krebs und Wage zeichnen, welche ganz und gar mit der zuerst um den Steinbock gezeichneten übereinstimmen. Betrachten wir jetzt die erste Figur der Erde: bei ihr weicht die Achse AB von dem Perpendikel auf dem Durchmesser Steinbock — Krebs um

$23\frac{1}{2}$ Grad nach der Sonne O ab; da der Bogen AI ebenfalls $23\frac{1}{2}$ Grad mifst, so wird das Sonnenlicht die der Sonne zugekehrte Erdhalbkugel — hier ist nur die Hälfte derselben sichtbar — beleuchten, welche von der finsteren durch den Grenzkreis des Lichtes IM geschieden ist. Letzterer teilt nun zwar den Parallelkreis CD, weil er ein gröfster Kreis ist, in zwei gleiche Stücke, alle anderen aber in ungleiche Teile, weil der Grenzkreis des Lichtes IM nicht durch ihre Pole A, B geht.[2]) Der Parallelkreis IK samt allen innerhalb desselben gelegenen, dem Pole noch näheren Parallelkreisen wird vollständig in dem beleuchteten Teile gelegen sein, während im Gegenteil die gegenüberliegenden um den Pol B innerhalb des Parallelkreises LM verlaufenden Kreise in der Finsternis verbleiben. Da ferner der Bogen AI gleich dem Bogen FD und der Bogen AF gemeinsam ist, so müssen die beiden Bogen IKF und AFD gleich sein, jeder nämlich ein Viertelkreis. Nun ist der ganze Bogen IFM ein Halbkreis, es mufs also MF und ebenso FKI ein Viertelkreis sein; es wird daher bei dieser Stellung die Sonne O im Zenith eines in F weilenden Beobachters stehen. Nun passieren aber infolge der täglichen Umdrehung um die feste Achse AB alle Punkte des Parallelkreises EF durch den nämlichen Punkt F, die Sonne wird also an diesem Tage für alle Bewohner des Parallelkreises EF am Mittag im Zenith stehen und mithin bei ihrer scheinbaren Bewegung den sogenannten Wendekreis des Krebses zurückzulegen scheinen. Für die Bewohner aller derjenigen Parallelkreise hingegen, welche über dem Parallelkreis EF gegen den Nordpol A hin verlaufen, weicht die Sonne vom Zenith gegen Süden hin ab. Umgekehrt steht allen Bewohnern derjenigen Parallelkreise, welche unterhalb EF nach dem Äquator CD und dem Südpol B hin verlaufen, die Sonne im Mittag jenseits ihres Scheitelpunktes gegen den Nordpol A zu. Man erkennt sofort, dafs von allen Parallelkreisen blofs der gröfste Kreis CD durch den Grenzkreis des Lichtes IM in gleiche Teile geteilt wird; die übrigen hingegen, welche unter oder über jenem gröfsten Kreise liegen, werden alle in ungleiche Stücke geteilt. Dabei sind die Tagesbogen der oberen Parallelkreise, d. h. die im erleuchteten Teile der Erdoberfläche verlaufenden Bogen, gröfser als die Nachtbogen, d. h. die im dunkelen Teile verlaufenden. Das Gegenteil findet bei den übrigen Parallelkreisen statt, welche unter dem gröfsten Kreise CD gegen den Pol B hin liegen: dort sind die Tagesbogen kleiner als die Nachtbogen. Ebenso liegt es auf der Hand, dafs die Unterschiede dieser Bogen sich vergröfsern, je näher die Parallelkreise den Polen liegen, bis endlich der Parallelkreis IK vollständig in dem beleuchteten Teile verläuft; daher haben die Bewohner

desselben einen 24stündigen Tag ohne Nacht, während umgekehrt der Parallelkreis LM. der ganz im finsteren Teil verläuft, eine 24stündige Nacht ohne Tag besitzt. — Wir gehen jetzt zu der dritten Zeichnung der Erde über, wo sie mit ihrem Centrum im Anfangspunkte des Krebses steht, von dem aus gesehen die Sonne scheinbar in den Steinbock eintritt. Nun erkennt man aufs deutlichste, wie infolge der unverändert gebliebenen Stellung der Achse AB und ihrer stets sich selber parallelen Richtung das Aussehen und die Stellung der Erde aufs Haar dieselbe bleibt wie bei der ersten Figur, nur dafs die Halbkugel, welche in der ersten Figur beleuchtet war, in dieser finster ist und diejenige beleuchtet, welche in der ersten Lage finster war; daher findet jetzt bezüglich der Unterschiede von Tag und Nacht das gerade Gegenteil von dem statt, was vorher hinsichtlich der gröfseren oder geringeren Länge beider stattfand. Zunächst ersieht man, dafs nunmehr der Kreis IK ganz und gar in der dunkelen Hälfte liegt, während er in der ersten Figur ganz in dem beleuchteten Teile lag; der gegenüberliegende LM dagegen jetzt im beleuchteten, während vorher im dunkeln. Bei den Parallelkreisen zwischen dem gröfsten Kreise CD und dem Pole A sind jetzt im Gegensatze zu vorhin die Tagesbogen kleiner als die Nachtbogen, bei den entsprechenden dem Südpol zu gelegenen verhält es sich wieder umgekehrt wie vorher, es sind nämlich die Tagesbogen gröfser als die Nachtbogen. Man erkennt, dafs jetzt die Sonne in dem Zenith der Bewohner des Wendekreises GN steht, dafs sie hingegen für die des Parallelkreises EF sich um den vollen Betrag des Bogens ECG, also um 47 Grad, nach Süden gesenkt hat: mit einem Worte, dafs sie den Äquator überschritten und von einem Wendekreise zum anderen gewandert ist, mithin in den Meridianen um besagten Betrag von 47 Grad sich gehoben oder gesenkt hat. Und diese ganze Änderung schreibt sich nicht her von einem Steigen und Aufrichten der Erde, sondern im Gegenteil davon, dafs sie sich niemals neigt oder aufrichtet, kurz dafs sie immer in derselben Lage bezüglich des Weltalls verbleibt und nur um die inmitten der nämlichen Ebene gelegene Sonne wandert, in welcher sie selbst kreisförmig ihre jährliche Bewegung ausführt. Bei dieser Gelegenheit ist folgender merkwürdige Umstand hervorzuheben: wie das Einhalten derselben Richtung von seiten der Erdachse bezüglich des Weltalls oder sagen wir bezüglich der höchsten Teile der Fixsternsphäre zur Folge hat, dafs die Sonne sich um genannten Betrag von 47 Grad scheinbar hebt und senkt, die Fixsterne hingegen sich ganz und gar nicht senken oder heben, so würde im Gegenteil, wenn selbige Erdachse beständig die gleiche Neigung

Merkwürdiger, aus der unveränderten Erdachsenneigung sich ergebender Umstand.

gegen die Sonne, oder besser gesagt gegen die Achse des Tierkreises, bewahrte, keine scheinbare Änderung an der Sonne bezüglich einer gröfseren oder geringeren Höhe stattfinden; daher würden die Bewohner eines und desselben Ortes stets die gleichen Unterschiede zwischen Tages- und Nachtdauer, immer dieselbe Art von Jahreszeit haben, d. h. einige stets Winter, andere stets Sommer, andere Frühling behalten u. s. w. Hingegen würden die Fixsterne von einer sehr bedeutenden scheinbaren Änderung rücksichtlich gröfserer oder geringerer Höhe betroffen werden, und zwar gleichfalls im Betrage von 47 Grad. Um dies einzusehen, kehren wir zur Betrachtung der ersten Zeichnung der Erde zurück, wo, wie man sieht, die Achse AB mit ihrem oberen Ende A sich der Sonne zuneigt. In der dritten Figur hingegen neigt sich die Achse, weil sie stets sich selber parallel und gegen die höchste Fixsternsphäre unverändert gerichtet blieb, nicht mehr mit ihrem oberen Pole A gegen die Sonne, sondern kehrt sich im Gegenteile von ihrer ersten Lage um 47 Grad ab und neigt sich nach der entgegengesetzten Seite; um daher dieselbe Neigung desselben Poles A gegen die Sonne wieder herzustellen, müfste man den Erdball längs der Peripherie $ACBD$ um die nämlichen 47 Grad drehen und so den Pol nach E bringen, um diesen Betrag aber würde dann jeder Fixstern, im Meridian beobachtet, sich gehoben oder gesenkt haben. — Wir gelangen nunmehr zu der Auseinandersetzung des noch Fehlenden und betrachten demgemäfs die Stellung der Erde in der vierten Figur, also diejenige Lage, bei welcher ihr Centrum im Anfangspunkt der Wage steht, sodafs die Sonne im Anfangspunkt des Widders zu stehen scheinen wird. Nun ist aber die Erdachse, welche in der ersten Figur sich hinneigt gegen den Durchmesser Steinbock – Krebs und demnach in derjenigen Ebene liegt, von welcher die Erdbahn längs der Linie Steinbock — Krebs senkrecht geschnitten wird, bei ihrer Übertragung an den Ort dieser vierten Figur, wie des öfteren bemerkt, sich selber parallel geblieben; sie wird also nunmehr noch immer in einer zur Ekliptik senkrechten Ebene liegen, welche gleichzeitig parallel ist zu der durch den Durchmesser Steinbock—Krebs gelegten senkrechten Ebene. Daher wird die Linie, welche vom Mittelpunkt der Sonne zum Mittelpunkt der Erde führt, also die Linie O—Wage, auf der Achse BA senkrecht stehen; diese nämliche Sonnen- und Erdmittelpunkt verbindende Linie ist aber in allen Fällen senkrecht zum Grenzkreise des Lichtes; also wird in der vierten Figur dieser Kreis durch die Pole A, B hindurchgehen und die Achse AB in seiner Ebene liegen. Ein gröfster Kreis aber, der durch die Pole der Parallelkreise geht, teilt sie sämtlich in gleiche Teile; also werden die Bogen IK, EF, CD, GN, LM samt und

sonders Halbkreise sein; die beleuchtete Hemisphäre ist die uns und der Sonne zugewendete, der Grenzkreis des Lichtes mufs mithin der Kreis $ABCD$ selbst sein; wenn die Erde sich an dieser Stelle befindet, wird für alle ihre Bewohner Tag- und Nachtgleiche stattfinden. Dasselbe findet bei der zweiten Figur statt, wo die Erde ihre erleuchtete Hälfte der Sonne, die dunkele hingegen mit den darauf verlaufenden Nachtbogen, welche gleichfalls sämtlich Halbkreise sind, uns zuwendet; daher findet auch hier Tag- und Nachtgleiche statt. Da nun endlich die Linie vom Centrum der Sonne bis zu dem der Erde hier senkrecht zur Achse AB ist, und da auf dieser nämlichen Achse der gröfste Parallelkreis CD senkrecht steht, so mufs notwendig die Linie O—Wage in der Ebene dieses Parallelkreises selbst liegen und seinen Umfang in der Mitte des Tagbogens CD schneiden, daher steht die Sonne im Zenith dessen, der in diesem Schnittpunkt sich befindet. Durch diesen Punkt passieren aber, fortgeführt von der täglichen Umdrehung der Erde, alle Bewohner besagten Parallelkreises; daher werden diese an genanntem Tage sämtlich Mittags die Sonne scheitelrecht über sich stehen haben. Gleichzeitig wird die Sonne sämtlichen Erdbewohnern den gröfsten Parallelkreis, den sogenannten Äquator, zu beschreiben scheinen. — Da nun ferner, wenn die Erde in beiden Solstitialpunkten sich befindet, von den beiden Polarkreisen IK, LM der eine vollständig im Lichte, der andere vollständig in der finsteren Hälfte liegt; da hingegen, wenn die Erde in den Äquinoktialpunkten sich befindet, die eine Hälfte der Polarkreise im Lichte, die andere in der Finsternis liegt: so ist es unschwer einzusehen, wieso beim Fortrücken der Erde etwa vom Krebse, wo der Parallelkreis IK völlig in Finsternis verläuft, nach dem Löwen ein Teil des Parallelkreises IK in der Nähe des Punktes I in die erleuchtete Hälfte einzutreten beginnt, wieso der Grenzkreis des Lichtes LM anfängt, sich gegen die Pole A, B hinzuziehen und den Kreis $ABCD$ nicht mehr in I und M schneidet, sondern in zwei anderen Punkten, welche zwischen die Endpunkte I und A, M und B der Bogen IA, MB fallen. Daher werden nunmehr die Bewohner des Kreises IK beginnen, sich des Lichtes zu erfreuen, die Bewohner des Kreises LM hingegen die Nacht zu verspüren. — So habt Ihr also durch zwei ganz einfache, der Erde beigelegte Bewegungen, deren Dauer im richtigen Verhältnis zu ihrer Gröfse steht und die nicht miteinander im Widerspruch sind, sondern wie bei allen übrigen Weltkörpern von West nach Ost vor sich gehen, in völlig befriedigender Weise Rechenschaft erhalten von allen jenen nämlichen Erscheinungen, zu deren Erklärung mittels der Unbeweglichkeit der Erde die Harmonie zwischen den Geschwindigkeiten und

den Gröfsen der bewegten Körper aufgegeben und einer ungeheueren, alles an Gröfse überragenden Sphäre eine unfafsbare Geschwindigkeit zuerkannt werden mufs, während man die kleinen anderen Sphären sich sehr langsam bewegen läfst. Auch mufs man jene erste Bewegung entgegengesetzt den übrigen annehmen und — zur Vermehrung der Unwahrscheinlichkeit — von jener oberen Sphäre alle unteren gegen ihre eigene Neigung fortreifsen lassen. Hier überlasse ich es denn Euerem Urteil zu entscheiden, was die gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Sagr. Für mich, soweit meine natürliche Empfindung in Betracht kommt, besteht kein kleiner Unterschied zwischen der Einfachheit und Leichtigkeit, wie nach diesem neuen System mit den angegebenen Mitteln die Erscheinungen hervorgebracht werden, und dem Verwickelten, Verworrenen und Schwierigen, das dem alten, allgemein anerkannten System anhaftet. Wäre das Weltall nämlich in der Weise verwickelt angeordnet, so hätte man in der Philosophie viele von allen Philosophen allgemein anerkannte Axiome zu beseitigen: wie dafs die Natur nicht die Dinge ohne Not vermehrt, dafs sie sich der leichtesten und einfachsten Mittel bedient, um ihre Wirkungen hervorzubringen, dafs sie nichts vergeblich thut u. dgl. m. Ich gestehe, dafs ich nie etwas Bewundernswerteres als dies gehört habe; niemals, glaube ich, hat menschliche Forschung gröfseren Scharfsinn entfaltet. Ich weifs nicht, wie Signore Simplicio darüber denkt.

Von allen Philosophen allgemein anerkannte Axiome.

Simpl. Wenn ich freimütig meine Meinung sagen soll, so scheinen mir diese Dinge zu jenen geometrischen Subtilitäten zu gehören, welche Aristoteles bei Plato tadelt, wenn er ihm vorwirft, durch zu eifriges Studium der Geometrie von gesunder Philosophie abgekommen zu sein. Ich habe höchst bedeutende peripatetische Philosophen gekannt, die ich ihren Schülern vom Studium der Mathematik habe abraten hören, da diese den Geist tadelsüchtig und unfähig zu solidem Philosophieren mache: ganz das entgegengesetzte Princip von dem Platos, der niemanden zur Philosophie zuliefs, er hätte sich denn zuerst mit der Geometrie vertraut gemacht.

Aristoteles tadelt Plato wegen seiner zu gröfsen Vorliebe für die Geometrie.

Peripatetische Philosophen verurteilen das Studium der Mathematik.

Salv. Ich schliefse mich der Maxime jener Euerer Peripatetiker an, welche ihre Schüler von dem Studium der Geometrie zurückhalten; denn es giebt keine Wissenschaft, die sich besser als diese eignete, um ihre Fehlschlüsse an den Tag zu bringen. Aber seht, welche Verschiedenheit zwischen jenen und den Mathematikern! Diese haben sehr viel lieber mit Leuten zu thun, welche wohl vertraut mit der gewöhnlichen peripatetischen Philosophie sind, als mit solchen, die dieser Kenntnisse ermangeln und infolge dieses Mangels keinen Ver-

gleich zwischen der einen und der anderen Lehre anstellen können. Doch lassen wir das auf sich beruhen und sagt mir gefälligst: welche Absurditäten oder allzu gesuchten Spitzfindigkeiten lassen Euch jenes System des Kopernikus minder beifallswürdig erscheinen?

Simpl. Ich habe es wirklich nicht so ganz verstanden; wohl auch darum, weil ich die Gründe nicht völlig gegenwärtig habe, welche von Ptolemäus für dieselben Erscheinungen angeführt werden, ich meine für jenes Stillestehen, Rückwärtsgehen, Näherkommen, Schwiederentfernen der Planeten, für die Zu- und Abnahme der Tage, für die Änderungen der Jahreszeiten u. s. w. Aber abgesehen von den Folgerungen, die sich aus den Grundannahmen ergeben, gegen diese Annahmen selbst hege ich nicht geringe Bedenken. Sind aber erst diese Annahmen vernichtet, so zieht das den Einsturz des ganzen Baues nach sich. Nun stützt sich, wie mir scheint, der ganze Apparat des Kopernikus auf einen gebrechlichen Unterbau, denn er gründet sich auf die Beweglichkeit der Erde. Ist daher diese nur erst abgethan, so braucht es keine weiteren Erörterungen. Um sie zu beseitigen, ist nun aber, glaube ich, das eine Axiom des Aristoteles entscheidend, dafs einem einfachen Körper von Natur nur eine einzige einfache Bewegung eignen kann: hier aber werden der Erde, einem einfachen Körper, drei, wenn nicht vier von einander sehr verschiedene Bewegungen beigelegt. Denn abgesehen von der geradlinigen Bewegung nach dem Mittelpunkte, die ihr als schwerem Körper unwidersprechlich zukommt, wird ihr eine jährliche Kreisbewegung um die Sonne auf einem grofsen Kreise und eine 24-stündige Drehung in sich selbst zugeschrieben. Was dann aber am widersinnigsten ist und was Ihr vielleicht eben deshalb verschwiegen habt, sie soll noch eine weitere Drehung um den eigenen Mittelpunkt besitzen, entgegengesetzt der erstgenannten 24-stündigen und diese soll sich innerhalb eines Jahres vollziehen. Dagegen sträubt sich meine Vernunft mit allen Kräften.

Vier verschiedene der Erde beigelegte Bewegungen.

Salv. Was die Bewegung nach unten betrifft, so ist bereits gezeigt worden, dafs sie durchaus nicht dem Erdball eigen ist, der nie und nimmer diese Bewegung ausgeführt hat noch ausführen wird; sie kömmt bestenfalls den Teilen zu, die das Streben haben mit dem Ganzen sich wieder zu vereinigen. Was weiter die jährliche und tägliche Bewegung anlangt, so haben diese eine und dieselbe Richtung und sind daher aufs beste mit einander verträglich, gerade wie eine Kugel, wenn wir sie längs einer geneigten Oberfläche fallen lassen, bei der Abwärtsbewegung von selbst sich um ihren Mittelpunkt drehen wird. Was endlich die dritte, ihr von Kopernikus zugeschriebene Bewegung anlangt, nämlich die Drehung in sich selbst innerhalb eines

Bewegung nach unten ist nicht dem Erdball, sondern seinen Teilen eigen.

Jährliche und tägliche Bewegung an der Erde mit einander verträglich.

Jahres, welche blofs dazu dient, um ihrer Achse dauernd die Neigung und Richtung nach einer und derselben Seite des Firmaments zu verleihen, so will ich Euch darüber eine höchst bemerkenswerte Ansicht mitteilen.[83]) Weit entfernt nämlich, dafs sie — obgleich der anderen jährlichen Bewegung entgegengesetzt — mit dieser im Widerspruch stünde oder Bedenken erregen könnte, kommt sie vielmehr durchaus von Natur und ohne irgendwelche bewegende Ursache jedwedem schwebenden und im Gleichgewicht befindlichen Körper zu. Wenn ein solcher ringsherum längs einer Kreisperipherie fortgeführt wird, so kommt sofort von selbst eine Drehung um den eigenen Mittelpunkt hinzu, die der ihn im Kreise fortführenden Drehung entgegengesetzt ist und deren Geschwindigkeit so grofs ist, dafs beide Drehungen genau in derselben Zeit beendigt werden. Ihr könnt Euch von dieser merkwürdigen und auf unseren Gegenstand bezüglichen Thatsache überzeugen, indem Ihr in eine Schüssel Wasser eine darauf schwimmende Kugel bringt und das Gefäfs in der Hand haltet; wenn Ihr Euch nun auf den Fufssohlen herumdreht, werdet Ihr sofort sehen, wie die Kugel anfängt sich um sich selbst zu drehen und zwar entgegengesetzt zu der Drehungsrichtung der Schüssel, und wie sie ihre Umdrehung gleichzeitig mit der des Gefäfses beendigt.[84]) Was ist nun die Erde Anderes als eine in dünner, nachgiebiger Luft schwebende Kugel, die in einem Jahre längs der Peripherie eines grofsen Kreises ringsherum geführt wird und folglich ohne weitere bewegende Ursache eine jährliche Drehung annehmen mufs, die der anderen gleichfalls jährlichen Bewegung entgegengesetzt ist? Ihr könnt Euch von dieser Erscheinung überzeugen; wenn Ihr aber dann genauer überlegt, so werdet Ihr bemerken, dafs sie nichts Wirkliches ist, sondern blofser Schein. Was Euch wie eine Drehung um den eigenen Mittelpunkt vorkommt, ist in Wirklichkeit ein Sich-nicht-bewegen, ein Unveränderbleiben in Bezug auf alles das, was sich an Euerer Bewegung und an der des Gefäfses nicht beteiligt. Denn bringt Ihr auf jener Kugel irgend eine Marke an und achtet darauf, nach welcher Wandseite des Zimmers, in dem Ihr Euch befindet, oder nach welcher Gegend der Landschaft oder des Himmels sie gerichtet ist, so werdet Ihr besagte Marke bei Euerer und des Gefäfses Drehung stets nach derselben Seite gerichtet finden. Vergleicht Ihr aber ihre Lage mit dem Gefäfse oder mit Euch selbst, also zwei beweglichen Objekten, so wird sie allerdings scheinbar ihre Richtung ändern und sich mit einer Bewegung, die der Eueren und der des Gefäfses entgegengesetzt ist, allen Punkten des Gefäfsrandes zuwenden; man kann daher mit gröfserem Rechte sagen, dafs Ihr und das Gefäfs um die unbewegte Kugel

Jeder schwebende und im Gleichgewicht befindliche Körper nimmt von allein, wenn er ringsherum auf einer Kreisperipherie fortgeführt wird, eine Bewegung um sich selbst an, die jener entgegengesetzt ist.

Versuch, der sinnlich darthut, dafs zwei entgegengesetzte Bewegungen von Natur demselben Körper zukommen.

Die dritte der Erde beigelegte Bewegung ist eher ein Unveränderbleiben.

Euch dreht, als dafs diese innerhalb des Gefäfses rotiert. Wenn in derselben Weise die Erde im Gleichgewichte auf der Peripherie des *orbis magnus* schwebt und so liegt, dafs eine auf ihr angebrachte Marke, wie z. B. der Nordpol, nach dem oder jenem Sterne oder einem sonstigen Teile des Firmaments gerichtet ist, so behält diese ihre Richtung eben dahin stets bei, mag sie auch durch die jährliche Bewegung längs der Peripherie des *orbis magnus* fortgeführt werden. Dies allein genügt, um alles Verwunderliche zu beseitigen und jedes Bedenken zu heben. Was aber wird Signore Simplicio sagen, wenn wir zu dem eben erbrachten Nachweis der Überflüssigkeit einer mitwirkenden Ursache noch überdies auf eine wunderbare, dem Erdball innewohnende Kraft als Argument hinweisen, nämlich auf das Bestreben der Erde, bestimmte Teile von sich bestimmten Teilen des Firmaments zuzuwenden? Ich spreche von der Anziehungskraft, die ausnahmslos und beständig jedem Stücke eines Magneten zukommt. Wenn jedes Teilchen dieses Minerals jene Kraft besitzt, wer wollte zweifeln, dafs sie in noch höherem Grade dem gesamten Erdball innewohnt, der solchen Stoff reichlich enthält, und der vielleicht sogar, was seinen inneren Kern, seine ursprüngliche Substanz betrifft, nichts anderes ist als ein ungeheuerer Magnet?

Wunderbare, dem Erdball innewohnende Kraft stets demselben Teile des Himmels sich zuzukehren.

Der Erdball ein Magnet.

Simpl. Ihr gehört also zu den Anhängern der magnetischen Theorie *William Gilberts?*[85])

Salv. Gewifs gehöre ich zu ihnen: und ich glaube alle die zu Gesinnungsgenossen zählen zu dürfen, welche sein Buch gelesen und seine Versuche nachgeprüft haben. Auch möchte ich die Hoffnung nicht aufgeben, dafs es Euch ebenso ergeht, wie es mir in diesem Falle erging. Nur müfst Ihr durch eine der meinen gleiche Wifsbegierde und durch die Erkenntnis, wie unendlich viele Dinge in der Natur dem Menschenverstande fremd sind, erst von dem Sklavenjoche dieses oder jenes besonderen Schriftstellers befreit werden, sodafs Euere Vernunft minder straff im Zügel gehalten wird; Ihr müfst erst das Sträuben, das Widerstreben Eueres Verstandes bekämpfen, damit er nicht zuweilen störrisch sein Ohr bisher noch nicht gehörten Worten versagt. Die Beschränktheit der Alltagsgeister, wenn ich dieses Wort gebrauchen darf, ist nun schon so weit gediehen, dafs sie nicht nur blindlings ihren Beifall zum Geschenk, ja zum Tribut hingeben dem gegenüber, was sie in den Büchern ihrer Autoren geschrieben finden, jener Autoren, die ihnen in der frühesten Kindheit ihrer Studien von ihren Lehrern angepriesen wurden, nein, sie weigern sich auch jedwede neue Lehre, jedes Problem nur anzuhören, geschweige denn zu prüfen, wiewohl ihre Autoren die Sache nicht nur nicht widerlegt, sondern nicht

Magnetische Theorie *William Gilberts.*

Beschränktheit gemeiner Geister.

einmal erwogen und geprüft haben. Dahin gehört denn auch die Frage nach der wahren, eigentümlichen, ursprünglichen, inneren und hauptsächlichen Materie oder Substanz dieses unseres Erdballs; wiewohl nämlich weder Aristoteles noch sonst jemand vor *Gilbert* auf den Gedanken verfiel, dafs diese Substanz ein Magnet sein könne, geschweige denn, dafs Aristoteles oder ein anderer solche Meinung widerlegt hätte, habe ich dennoch so manchen angetroffen, der bei der ersten Berührung der Frage wie ein scheues Pferd sich zurückzog und sich weigerte darüber zu verhandeln, indem er einen solchen Gedanken für eitele Chimäre ausgab, wo nicht für ausgemachte Verrücktheit. Mir wäre das Buch *Gilberts* vielleicht gar nicht in die Hände gekommen, wenn nicht ein hochberühmter peripatetischer Philosoph, wahrscheinlich um seine Bibliothek vor dem Ansteckungsstoff zu hüten, es mir zum Geschenk gemacht hätte.

Simpl. Ich, der ich gerne zugebe, einer jener Alltagsgeister gewesen zu sein und erst seit den letzten paar Tagen, wo ich Eueren Erörterungen habe beiwohnen dürfen, fühle, wie ich mich abseits geschlagen habe von der breitgetretenen Heerstrafse, bin doch noch nicht soweit gelangt, dafs mir nicht die Klippen dieser neuen phantastischen Meinung Anstofs gäben und schwer überwindlich erschienen.

Salv. Wenn das, was *Gilbert* schreibt, richtig ist, so handelt es sich nicht um ein Meinen, sondern um einen Gegenstand des Wissens, nicht um etwas Neues, sondern um etwas ebenso Uraltes wie die Erde selbst; auch kann, insofern es wahr ist, nichts Anstöfsiges und Schwieriges dabei sein, vielmehr mufs alles sich einfach und glatt erledigen. Wenn es Euch recht ist, will ichs Euch mit Händen greifen lassen, wie Ihr nur selber Euch scheu macht und vor Dingen erschreckt, an denen nichts Furchtbares ist, wie ein kleines Kind sich vor dem wilden Jäger fürchtet, ohne mehr davon zu wissen als den Namen, wie denn aufser dem Namen nichts daran ist.

Simpl. Es soll mich freuen aufgeklärt und aus meinem Irrtum gerissen zu werden.

Salv. So antwortet mir auf die Fragen, die ich Euch stellen werde. Sagt mir zuerst, ob dieser von uns bewohnte Ball, welchen wir Erde nennen, Euerer Ansicht nach aus einer einzigen einfachen Materie besteht oder ein Gemisch unter einander verschiedener Materien darstellt.

Erdball aus verschiedenartigen Stoffen zusammengesetzt.

Simpl. Er ist sichtlich aus sehr verschiedenen Substanzen und Körpern zusammengesetzt. Zunächst die Hauptbestandteile anlangend sehe ich Wasser und Erde, die unter einander aufserordentlich verschieden sind.

Salv. Lassen wir einstweilen Meere und sonstige Gewässer beiseite und betrachten die festen Teile.[86]) Sagt mir, ob Euch diese alle gleichartig oder ebenfalls verschieden vorkommen.

Simpl. Dem Anscheine nach kommen sie mir verschiedenartig vor; denn es finden sich weite Landstrecken unfruchtbaren Sandes und dann wieder reiche und fruchtbare Gegenden; man bemerkt unzählige wüste Hochgebirge voll harter Felsen und verschiedenartigster Gesteine, als da sind Porphyr, Alabaster, Jaspis und tausend und aber tausend Marmorarten; es finden sich gewaltige Minen von so vielen verschiedenen Metallsorten vor, kurz soviele verschiedene Materien, dafs ein Tag nicht ausreichte sie nur aufzuzählen.

Salv. Glaubt Ihr nun, dafs von den verschiedenen Stoffen in dieser grofsen Masse gleiche Mengen auftreten, oder dafs einer der Bestandteile in bei weitem überwiegender Weise darin enthalten ist und gewissermafsen die Hauptmaterie, die Hauptsubstanz des ungeheueren Körpers ausmacht?

Simpl. Ich glaube, dafs die Mineralien, Marmorarten, Metalle, Edelsteine und alle die anderen verschiedenen Stoffe nur äufserlichen, oberflächlichen Schmuck und Zierrat des ursprünglichen Kernes vorstellen, dessen Volumen unermefslich viel gröfser ist als das jener anderen Dinge.

Salv. Und dieser hauptsächliche, ungeheuer grofse Körper, von dem die genannten Stoffe gleichsam Auswüchse und Zierraten sind, aus welcher Materie, meint Ihr, bestehe der?

Simpl. Ich meine aus dem einfachen, oder minder unreinen Elemente der Erde.

Salv. Aber was versteht Ihr unter der Erde? Das etwa, was über die Felder gebreitet ist, was man mit Spaten und Pflug bearbeitet, worin man sät, die Feldfrüchte baut, worin ohne menschliches Zuthun gewaltige Wälder wachsen, mit einem Worte die Wohnung aller Tiere, die Mutter aller Gewächse?

Simpl. Das möchte ich allerdings für die Ursubstanz dieses unseres Erdballs halten.

Salv. O, diese Ansicht scheint mir verfehlt; denn die Erde, die man umgräbt, bestellt, die Früchte erzeugt, ist ein Teil, und zwar ein sehr geringer, der Kugeloberfläche, der sich nur in geringe Tiefe fortsetzt im Vergleich zu der Entfernung des Mittelpunkts. Die Erfahrung lehrt uns, dafs die Erde in diesem Sinne nicht weit in die Tiefe hinabgeht, dafs dort sich Stoffe finden, die von der äufseren Rinde durchaus verschieden sind, weit fester und ungeeignet für Pflanzenwachstum, abgesehen davon, dafs die inneren Teile unter dem gewal-

tigen Drucke der darüber befindlichen schweren Stoffe aller Wahrscheinlichkeit nach so dicht und hart sind wie nur irgend der härteste Fels. Nehmt hinzu, dafs umsonst Fruchtbarkeit jenen Stoffen verliehen wäre, die nicht dazu bestimmt waren, jemals Frucht hervorzubringen, sondern in Ewigkeit begraben zu bleiben in den tiefen, finsteren Abgründen der Erde.

Simpl. Wer giebt uns denn Gewifsheit, dafs die dem Centrum näher gelegenen Teile unfruchtbar sind? Vielleicht bringen auch sie Erzeugnisse hervor, die uns unbekannt sind.

Salv. Wenn irgend jemand, müfstet Ihr Gewifsheit darüber haben; denn Euch wird ja die Einsicht leicht sein, dafs, wenn schon die Hauptteile des Weltalls blofs zum Wohle des Menschengeschlechtes erschaffen sind, vor allen anderen unser Erdball zum alleinigen Nutzen seiner Bewohner bestimmt ist. Welchen Vorteil aber könnten uns Stoffe bringen, die uns dermafsen entrückt, dermafsen verborgen vor uns sind, dafs wir sie nun und nimmermehr uns dienstbar machen können? Unmöglich kann also der Kern dieses unseres Erdballs eine widerstandslose, zerreibliche, unzusammenhängende Materie sein, wie die an der Oberfläche befindliche, sogenannte Erde; er mufs vielmehr aus äufserst dichtem und festem Stoffe, mit einem Worte aus härtestem Stein bestehen. Und wenn er das mufs, aus welchem Grunde sträubt Ihr Euch mehr gegen die Annahme, er sei ein Magnet, als gegen die Ansicht, er bestehe aus Porphyr, Jaspis oder hartem Marmor? Wenn *Gilbert* geschrieben hätte, der Erdball bestehe im inneren aus *pietra serena*[87]) oder Chalcedon, würde Euch das Paradoxon etwa minder ungeheuerlich erschienen sein?

Der Kern des Erdballs mufs sehr fest sein.

Simpl. Dafs die mehr im inneren gelegenen Teile des Erdballs stärker zusammengedrückt werden und darum dichter und fester sind, und zwar um so mehr, je tiefer sie liegen, gebe ich zu und giebt auch Aristoteles zu; dafs sie aber der Art nach verschieden wären, etwas Anderes als Erde derselben Sorte, aus der die oberflächlichen Teile bestehen, das zuzugeben fühle ich mich durch nichts bewogen.

Salv. Ich habe mich auf diese Erörterung nicht eingelassen, um durch strengen Beweis darzuthun, dafs der wirkliche Urstoff unseres Erdballs ein Magnet sei, sondern nur um Euch zu zeigen, dafs kein Grund vorhanden ist, sich mehr gegen die Annahme zu sträuben, er sei ein Magnet als sonst ein Stoff. Und wenn Ihr Euch die Sache recht überlegt, so werdet Ihr die Ansicht nicht unwahrscheinlich finden, dafs nichts als ein blofser willkürlicher Name die Menschen bewogen hat, ihn für Erde zu halten: der Umstand nämlich, dafs man von Anfang an unterschiedslos jenes Wort Erde gebraucht hat,

Der von uns bewohnte Ball würde Stein statt Erde heifsen, wenn man ihm von jeher diesen Namen gegeben hätte.

um sowohl die Substanz, welche man pflügt und besät, als auch den von uns bewohnten Ball bezeichnen. Wenn die Benennung des letzteren von dem Worte Stein hergenommen wäre, was ebenso statthaft war wie von dem Worte Erde, so würde sicherlich die Ansicht, die Ursubstanz des Balles sei Stein, bei niemand Anfeindung oder Widerspruch gefunden haben. Dies ist um so wahrscheinlicher, als ich fest davon überzeugt bin, dafs, wenn man jenem grofsen Ball die Schale abziehen, eine Schicht von tausend oder zweitausend Ellen entfernen und sodann Steine von Erde sondern könnte, der Haufe von Steinen weit gröfser ausfiele als der von fruchtbarem Erdreich. — Von den Gründen, welche durch Schlüsse beweisen, dafs dieser unser Erdball *de facto* ein Magnet sei, habe ich Euch keinen vorgeführt, noch ist hier der Ort dafür es zu thun: auch könnt Ihr sie mit Leichtigkeit bei *Gilbert* einsehen. Nur um Euch zur Lektüre anzuregen, soll Euch ein von mir herrührendes Gleichnis die bei seinen Forschungen angewendete Schlufsweise erläutern. Ich weifs, dafs Euch wohlbekannt ist, wie sehr die Kenntnis der Accidentien zur Ermittelung der Substanz und des Wesens der Dinge beiträgt. Darum möchte ich, dafs Ihr mit allem Fleifs Euch wohl unterrichtet von vielen Accidentien und Eigenschaften, die einzig und allein im Magneten, aber in keinem anderen Steine oder sonstigen Körper sich finden: wie z. B. die Eigenschaft, dafs er das Eisen anzieht, dafs er diesem durch seine blofse Anwesenheit die nämliche Fähigkeit verleiht, dafs er ihm auch die Eigenschaft mitteilt sich nach den Polen hinzukehren, wie er sie selber besitzt. Seht Euch ferner einmal an, wie ihm die Kraft innewohnt, der Magnetnadel nicht nur eine Richtung im Meridian nach den Polen zu in horizontaler Bewegung zu verleihen — eine schon seit längerer Zeit bekannte Eigenschaft — sondern auch eine erst neuerdings beobachtete Eigentümlichkeit ihr einzuflöfsen[88]): wenn sie nämlich unter dem vorher bezeichneten Meridian einer kleinen Magnetkugel[89]) im Gleichgewicht steht, so weicht sie bis zu bestimmtem Grade mehr oder weniger von der horizontalen Lage ab, je nachdem besagte Nadel mehr oder weniger nahe dem Pole sich befindet, bis sie über dem Pole selbst sich senkrecht in die Höhe richtet, während sie über den mittleren Teilen parallel der Achse steht. Sucht Euch ferner durch eigene Anschauung zu überzeugen, wie die Kraft das Eisen anzuziehen, welche weit mehr in den Polen ihren Sitz hat als in den mittleren Teilen, merklich stärker am einen Pole als am anderen auftritt, und zwar ist der stärkere Pol eines jeden Magneten der nach Süden gerichtete. Bemerkt sodann, dafs bei einem kleinen Magneten jener nach Süden gerichtete, kräftigere Pol geschwächt wird,

Gedankengang *Gilberts* bei den Beweisen für seine Theorie.

Vielfaltige Eigenschaften des Magneten.

sobald er in der Nähe des Nordpols eines anderen bedeutend gröfseren Magneten das Eisen tragen soll: kurz, um nicht weitläufig zu werden, vergewissert Euch durch den Versuch dieser und vieler anderen von *Gilbert* beschriebenen Eigenschaften; sie alle sind derart charakteristisch für den Magneten, dafs keine von ihnen irgend welchem anderen Stoffe zukommt. Sagt mir nun, Signore Simplicio: wenn Euch tausend Stücke verschiedenartiger Stoffe vorgelegt würden, jedes aber bedeckt und eingewickelt in ein Tuch, unter dem es verborgen ist, und man stellte Euch die Aufgabe, ohne sie aufzudecken, blofs nach äufseren Zeichen zu erraten, woraus jegliches bestehe, und wenn Ihr dann beim Versuche bemerktet, dafs eines der Stücke deutlich alle Euch bereits bekannten Eigenschaften besitzt, wie sie nur den Magneten, keinem anderen Stoffe zukommen, was für ein Urteil über die Natur dieses Stoffes würdet Ihr Euch bilden? Wäret Ihr der Ansicht, dafs es ein Stück Ebenholz oder Alabaster oder Zinn sein könnte?

Schlagender Beweis für die magnetische Natur des Erdballs.

Simpl. Ich würde unbedenklich sagen, es sei ein Magnet.

Salv. Wenn das der Fall ist, so sagt nur mit aller Entschiedenheit, dafs unter jener Decke, unter jener Rinde von Erde, Steinen, Metallen, Wasser u. s. w. sich ein grofser Magnet verbirgt; denn an ihm lassen sich alle die nämlichen Eigenschaften nachweisen, wenn man sich die Mühe nimmt sie festzustellen, wie sie einer wirklichen, unbedeckten Magnetkugel erfahrungsgemäfs zukommen. Denn sähe man auch nur den einen Versuch mit der abweichenden Magnetnadel, die, an verschiedene Stellen der Erde gebracht, mehr und mehr sich neigt, je näher sie dem Nordpole sich befindet, dagegen um so weniger von der horizontalen Richtung abweicht, je näher sie dem Äquator ist, und unter dem Äquator endlich eine völlig wagrechte Stellung annimmt, so müfste das ausreichen, um den ärgsten Widerspruchsgeist zu besiegen. Ich will ganz schweigen von jener anderen wunderbaren Erscheinung, die sich deutlich an jedem Magneten beobachten läfst, dafs nämlich für uns Bewohner der nördlichen Hemisphäre der Südpol des Magneten kräftiger ist als der andere, dafs der Unterschied um so gröfser ausfällt, je mehr man sich vom Äquator entfernt, dafs unter dem Äquator beide Seiten gleiche Kraft besitzen, aber merklich geringere, dafs hingegen in südlich gelegenen Ländern fern vom Äquator die Eigenschaft sich umkehrt, die bei uns schwächere Seite nämlich nunmehr das Übergewicht über die andere erlangt; und alles das stimmt überein mit den Erscheinungen, die wir an einem kleinen Magneten in Gegenwart eines grofsen beobachten, dessen überwiegende Kraft den kleineren sich willfährig macht: je nachdem man ersteren diesseit oder jenseit des Äquators des gröfseren hält, zeigt er die näm-

lichen wechselnden Erscheinungen, welche, wie bemerkt, jeder Magnet aufweist, den man diesseit und jenseit des Erdäquators beobachtet.

Sagr. Ich wurde gleich beim ersten Lesen des *Gilbert*schen Buchs überzeugt, und als ich später einen vortrefflichen Magneten in die Hände bekam, stellte ich lange Zeit hindurch zahlreiche Beobachtungen an, deren Ergebnisse sämtlich aufs höchste staunenswert waren. Vor allem aber scheint mir die Thatsache wunderbar, dafs die Fähigkeit des Magneten Eisen zu tragen so sehr zunimmt, wenn man ihn in der vom Verfasser gelehrten Weise armiert.[90]) Durch Armierung meines Stückes verstärkte ich seine Kraft achtfältig; während er ungefafst kaum neun Unzen Eisen trug, trug er armiert mehr als sechs Pfund. Vielleicht werdet Ihr eben diesen Magneten in der Galerie Eueres Durchlauchtigsten Grofsherzogs, dem ich denselben abtrat, gesehen haben, und zwar mit zwei eisernen Ankern versehen.

Armierter Magnet tragt sehr viel mehr Eisen als nicht armierter.

Salv. Ich habe ihn oft zu meiner grofsen Verwunderung gesehen, bis ich durch ein kleines Stückchen in noch gröfseres Staunen versetzt wurde, welches sich in den Händen unseres Akademikers befindet. Es wiegt nicht mehr als sechs Unzen und trägt ohne Armierung kaum zwei Unzen, gefafst hingegen 160, sodafs es durch die Armierung eine 80mal so grofse Tragfähigkeit erlangt als ohne diese, eine 26mal gröfsere, als das eigene Gewicht beträgt: ein noch merkwürdigeres Ergebnis, als zu dem *Gilbert* gelangte, welcher schreibt, er habe keinen Magneten finden können, dessen Tragfähigkeit sich bis zum Vierfachen des eigenen Gewichtes steigerte.[91])

Sagr. Dieses Mineral bietet dem menschlichen Intellekt ein weites Forschungsfeld, wie mir scheint. Ich habe wohl tausend Mal darüber gegrübelt, wie es kommen mag, dafs der Magnet der eisernen Armatur eine die eigene bei weitem übertreffende Kraft mitteilt; ich finde aber schliefslich keine befriedigende Erklärung; auch aus dem, was *Gilbert* über diesen Punkt schreibt, vermag ich nicht viel zu machen. Ich weifs nicht, ob es Euch ebenso ergeht.

Salv. Ich lobe, bewundere und beneide diesen Mann aufs höchste, der so staunenswerte Ideen über einen Gegenstand entwickelt hat, welcher von unzähligen genialen Männern behandelt, aber von keinem aufmerksam studiert worden ist. Auch scheint er mir des höchsten Lobes wert wegen der zahlreichen neuen und zutreffenden Beobachtungen, die er anstellte zur Beschämung so manches lügenhaften, eiteln Autors, der nicht nur schreibt, was er weifs, sondern alles das wiedergiebt, was er vom dummen Volke aufgeschnappt hat, ohne sich durch Versuche von der Richtigkeit zu überzeugen, wahrscheinlich um den Umfang seines Buches nicht zu verringern.[92]) Eines vermisse ich aller-

dings bei *Gilbert*, er hätte etwas mehr Mathematiker und namentlich in der Geometrie gut beschlagen sein sollen. Die Vertrautheit mit ihr würde ihn nicht so entschieden als zwingende Beweise die Gründe ansehen lassen, welche er als wahre Ursachen der von ihm beobachteten richtigen Thatsachen bezeichnet. Diese Gründe haben, offen gesagt, nicht das Unwidersprechliche und Zwingende, wie das bei naturwissenschaftlichen, ewig notwendigen Gegenständen unbedingt möglich sein mufs. Ich bezweifle nicht, dafs mit der Zeit dieser neue Wissenszweig teils infolge neu hinzukommender Beobachtungen, ganz besonders aber rücksichtlich strenger und zwingender Beweismethoden Fortschritte machen wird. Darum aber erleidet der Ruhm des ersten Entdeckers keine Einbufse. Ich achte den ersten Erfinder der Leier — wiewohl wahrscheinlich sein Instrument von ganz rohem Bau und noch roherem Klange gewesen ist — nicht geringer, ich schätze ihn im Gegenteil sehr viel höher als hundert andere Künstler, welche diesen Zweig zu ausgezeichneter Vollkommenheit brachten. Das Altertum hat meines Bedünkens mit gutem Grunde die ersten Erfinder edler Künste unter die Zahl der Götter versetzt: denn der Denkweise des gewöhnlichen Publikums liegt jeder Wissensdrang so fern, es kümmert sich so wenig um das Seltsame und Feine, dafs es dergleichen in ausgezeichneter Wiedergabe von Kunstverständigen sehen und hören kann, ohne doch den Drang zu fühlen es zu erlernen. Darnach ermefst, ob Köpfe dieser Art jemals Lust gehabt hätten dem Bau der Leier nachzusinnen oder musikalischer Erfindung ihr Nachdenken zu widmen, angeregt durch das Klimpern getrockneter Schildkrötensehnen oder durch die Schläge von vier Hämmerchen. Von geringfügigen Anfängen aus sich an grofse Erfindungen zu machen und unter dem ersten kindischen Scheine wunderbare Kunst verborgen zu ahnen, ist nicht Sache der Dutzendköpfe, es sind Eingebungen, Gedanken von Geistern übermenschlicher Art. — Um nun Euere Frage zu beantworten, so erwidere ich, dafs auch ich lange nachgedacht habe, um die Ursache jener so festen und zähen Verbindung ausfindig zu machen, welche wir zwischen der eisernen Armatur und dem daran hängenden Eisen bemerken. Zunächst habe ich mich überzeugt, dafs die Anziehung, die Kraft des Steines durch die Armierung sich durchaus nicht vermehrt; denn er zieht weder ein Stück Eisen aus grölserer Entfernung an, noch trägt er es mit grölserer Kraft, wenn man zwischen dieses und die Armatur ein sehr dünnes Blatt Papier einschiebt, so dünn wie ein Stückchen Blattgold; im Gegenteile trägt der ungefafste Stein im Fall dieser Einschiebung mehr Eisen als der armierte. Es findet also keine Änderung in der Kraft statt und doch eine solche

Die ersten Entdecker und Erfinder verdienen Bewunderung.

Wahre Ursache der grölsen Kraftvermehrung des Magneten mittels der Armatur

Einer neuen Wirkung mufs eine neue Ursache entsprechen

in der Wirkung. Da nun notwendig einer neuen Wirkung eine neue Ursache entsprechen mufs, so hat man zu untersuchen, welche neue Thatsache platzgreift, wenn das Tragen durch die Armatur vermittelt wird. Es ist aber keine andere Verschiedenheit wahrzunehmen als nur die Verschiedenartigkeit der Berührung, denn wo zuvor Eisen und Magnet sich berührte, berührt sich nun Eisen mit Eisen. Für den Unterschied zwischen den Berührungsweisen wüfste ich sodann keine andere Ursache anzuführen, als dafs die Substanz des Eisens aus Teilen von gröfserer Feinheit, Reinheit und Dichtigkeit besteht, als bei dem Magneten der Fall ist, wo sie gröber, weniger rein und minder dicht sind. Daraus folgt dann, dafs die beiden einander berührenden Eisenflächen, wenn sie ausgezeichnet glatt, poliert und glänzend sind, so genau auf einander passen, dafs alle unendlich vielen Punkte der einen mit den unendlich vielen der anderen zusammentreffen und dafs daher gewissermafsen die Bänder, welche die beiden Eisenstücke verbinden, weit zahlreicher sind als die, welche Magnet und Eisen verbinden: denn die Substanz des Magneten ist sehr viel gröber und weniger rein, wodurch nicht alle Punkte und Bänder der Eisenoberfläche an der Oberfläche des Magneten den entsprechenden Anhaltspunkt finden. Dafs ferner die Substanz des Eisens — namentlich des wohl gereinigten, wie z. B. des feinsten Stahles — aus weit dichteren, feineren und reineren Teilen besteht als der Stoff des Magneten, läfst sich daraus schliefsen, dafs sich Schneiden von äufserster Schärfe aus jenem herstellen lassen, während man bei einem Magneten bei weitem nicht diesen Grad der Feinheit zu erreichen vermöchte.

Es wird gezeigt, dafs das Eisen aus feineren, reineren und dichteren Teilen besteht als der Magnet.

Sinnlicher Nachweis der Unreinheit des Magneten.

Die Unreinheit des Magneten, seine Vermischung mit anderen Steinarten giebt sich sodann erstens durch die Farbe etlicher, meist weifslicher Fleckchen sinnlich kund, ferner erkennt man dies auch, wenn man ihm eine an einem Faden hängende Nadel nähert; diese bleibt nämlich über jenen Steinsplitterchen nicht ruhig, sondern, von den umgebenden Teilen angezogen, scheint es erstere zu meiden und darüber weg zu der benachbarten Magnetmasse hinzuspringen. Wie nun einige solcher heterogenen Teile infolge ihrer Gröfse deutlich sichtbar sind, so dürfen wir annehmen, dafs noch andere in grofser Zahl durch die ganze Masse hin zerstreut, aber ihrer Kleinheit wegen nicht sichtbar sind. Was ich sage — dafs nämlich die Menge der Berührungspunkte zwischen Eisen und Eisen Ursache des so festen Zusammenhaltens ist — bestätigt sich durch folgenden Versuch: wenn wir das scharf zugespitzte Ende einer Nadel mit der Armatur des Magneten in Verbindung bringen, so hängt es nicht fester daran als an dem ungefafsten Magneten. Dies kann aber nur daher rühren, dafs hier

beide Berührungsweisen die gleichen sind, beide nämlich einpunktig sind. Doch wozu der Umstände? Man nehme eine Nadel und lege sie so auf den Magneten, daſs das eine Ende etwas hervorragt; nähert man diesem nun einen Nagel, so wird sich die Nadel sofort derart an ihn hängen, daſs beim Zurückziehen des Nagels die Nadel mit ihren Enden an dem Magneten und an dem Eisen hängen und schweben wird. Zieht man den Nagel noch mehr zurück, so wird er die Nadel ganz vom Magneten losreiſsen, vorausgesetzt daſs das Öhr der Nadel mit dem Nagel, die Spitze mit dem Magneten in Berührung ist; ist aber das Öhr dem Magneten zugekehrt, so wird beim Entfernen des Nagels die Nadel mit dem Magneten vereint bleiben und zwar meines Dafürhaltens nur darum, weil die Nadel nach dem Öhr zu dicker ist und darum viel mehr Berührungspunkte darbietet, als es die äuſserst feine Spitze thut.

Sagr. Euere ganze Beweisführung ist mir sehr schlagend vorgekommen und durch jene Versuche mit der Nadel wird sie fast zum Range eines mathematischen Beweises erhoben. Ich gestehe freimütig, ich habe in der ganzen bisherigen Theorie des Magnetismus nichts gehört oder gelesen, das so überzeugend Rechenschaft gäbe von einer der vielen anderen hierher gehörigen wunderbaren Eigenschaften; hätten wir für deren Ursachen eine ebenso durchsichtige Erklärung, ich wüſste nicht, welch schmackhaftere Geistesnahrung wir uns wünschen könnten.

Salv. Wenn man nach den unbekannten Gründen der Thatsachen forscht, muſs man das Glück haben, sich von Anfang an mit seiner Untersuchung auf der Straſse der Wahrheit zu bewegen. Solange man auf dieser wandert, trifft es sich leicht, daſs man anderen und anderen Sätzen begegnet, die aus Vernunftgründen oder erfahrungsgemäſs als richtig bekannt sind. Durch die Gewiſsheit, mit der diese feststehen, gewinnt dann die Wahrheit unserer Sache an Kraft und Evidenz, wie es mir gerade bei dem vorliegenden Problem ergangen ist. — Ich wollte mir betreffs seiner irgendwelche Bestätigung verschaffen, ob die von mir angegebene Erklärung auch wirklich richtig sei, d. h. ob die Substanz des Magneten in der That weniger stetig als die des Eisens oder Stahles ist; ich lieſs daher von den Handwerksmeistern, welche in der Galerie des Groſsherzogs, meines Herrn, arbeiten, eine Fläche des vormals Euch gehörigen Magneten glätten, sie sodann polieren und glänzend machen, soviel es irgend angängig war; da griff ich nun das, was ich suchte, zu meiner Genugthuung mit Händen. Es kamen nämlich nun viele Flecken zum Vorschein, die sich von der übrigen Masse durch ihre Farbe unterschieden, aber glänzend und spiegelnd waren, wie nur der dichteste, härteste Stein. Der übrige

Teil der Fläche war zwar glatt, aber blofs für das Gefühl, da er keineswegs glänzte, sondern wie mit einem matten Nebelhauch überzogen war. Das war nun gerade die Substanz des Magneten, das Glänzende darin waren hingegen andere eingesprengte Mineralien, wie man sinnlich wahrnehmen konnte, wenn man die geglättete Fläche über Eisenfeile hielt: diese hüpfte in grofsen Mengen an den Magneten, aber auch nicht ein einziges Körnchen an besagte Flecken, die in grofser Zahl vorhanden waren, einige von ihnen so grofs wie ein Viertel einer Nagelbreite, andere bedeutend kleiner, sehr viele ganz klein und unzählige kaum sichtbar. Hierdurch überzeugte ich mich, wie richtig meine Annahme war, als ich mich dafür entschied, dafs die Substanz des Magneten nicht fest und dicht sei, sondern porös oder, besser gesagt, schwammig: nur mit dem Unterschiede, dafs der Schwamm in seinen Löchern und Zellen Luft oder Wasser enthält, die des Magneten hingegen mit einem sehr harten, schweren Gestein angefüllt sind, wie uns der ausgezeichnete Glanz beweist, den es annimmt. Wenn man daher, wie ich anfangs bemerkt habe, die Oberfläche des Eisens an die des Magneten anlegt, so begegnen die kleinsten Teilchen des Eisens, wiewohl sie höchst stetig sind, mehr vielleicht als bei irgend einem anderen Stoffe — es beweist dies der alle anderen Stoffe übertreffende Glanz des polierten Eisens — so begegnen, sage ich, nicht alle, sondern nur wenige reiner Magnetsubstanz; und da die Berührungspunkte wenig zahlreich sind, ist auch das Aneinanderhaften schwach. Nun berührt aber die Armatur einmal einen grofsen Teil der Oberfläche des Magneten, sodann aber flöfst dieser seine Kraft auch den blofs benachbarten, nicht unmittelbar berührten Teilen der Armatur ein. Da nun deren Fläche genau eben ist und auf sie die ebenfalls geglättete Fläche des zu tragenden Eisenstücks zu liegen kommt, so findet die Berührung an unzählig vielen kleinsten Teilen statt, wo nicht vielleicht an allen unendlich vielen Punkten beider Flächen, wodurch denn ein höchst kräftiges Aneinanderhaften erzielt wird. Diese Mafsregel, die Flächen der beiden einander berührenden Eisenstücke zu glätten, wurde von *Gilbert* aufser Acht gelassen, ja er rundet die Eisenstücke ab, sodafs die Berührungsfläche nur klein ist; daher kommt es denn, dafs die Festigkeit, mit der die Eisenstücke aneinander haften, lange nicht so grofs ist.

Sagr. Ich bin von der angegebenen Erklärung, wie ich eben schon sagte, fast ebenso befriedigt, wie wenn ein geometrischer Beweis vorläge. Da es sich aber um eine physikalische Frage handelt, so wird auch Signore Simplicio Genüge geschehen sein, soweit dies in den Naturwissenschaften erreichbar ist, denn in ihnen darf man

nicht, wie er wohl weifs, mathematische Strenge der Beweise suchen wollen.

Simpl. Mir scheint in der That Signore Salviati mit schöner Wahl der Worte die Ursache dieser Erscheinung so klar auseinander gesetzt zu haben, dafs jeder mittelmäfsige Kopf, selbst ohne wissenschaftlich gebildet zu sein, es verstehen kann. Wir aber halten uns in den Grenzen unserer Kunst und führen die Ursache dieser und verwandter Naturerscheinungen auf Sympathie zurück[93]), welche eine gewisse Übereinstimmung, ein wechselseitiger Trieb ist, der zwischen Dingen von ähnlicher Qualität wachgerufen wird; wie wir denn umgekehrt den Hafs, die Feindschaft, mit welcher andere Dinge sich von Natur fliehen und einander verabscheuen, als Antipathie ansprechen.

Sympathie und Antipathie, Ausdrücke, die von Philosophen zur Erklärung vieler Naturerscheinungen gebraucht werden.

Sagr. Und auf diese Weise wird mittels zweier Worte von einer grofsen Zahl von Eigenschaften und Erscheinungen Rechenschaft gegeben, die wir nicht ohne Staunen in der Natur beobachten. Diese Art des Philosophierens scheint mir jedoch eine grofse Sympathie zu haben mit einer Art von Malerei, die einem meiner Freunde eigen war; er schrieb nämlich mit Gyps auf die Leinewand: hier soll eine Quelle mit Diana und ihren Nymphen sein, dort ein paar Windhunde, in der Ecke ein Jäger mit einem Hirschgeweih, das übrige Feld, Wald und Hügel; alles andere überliefs er dem Maler mit Farben auszuführen. So redete er sich ein, selber die Geschichte von Aktäon gemalt zu haben, während er von sich aus nichts als die Namen dazu hergegeben hatte. — Doch wohin sind wir bei unserer langen Abschweifung geraten, entgegen den früher festgestellten Abmachungen? Es ist mir fast in Vergessenheit gekommen, welche Materie wir behandelten, ehe wir auf den Abweg dieser magnetischen Untersuchung gerieten; und doch hatte ich vor, noch eine Bemerkung über diesen Gegenstand zu machen.

Spafsiges Beispiel zur Erläuterung der Nichtigkeit mancher philosophischen Entwickelungen.

Salv. Wir waren dabei, zu beweisen, dafs jene dritte von Kopernikus der Erde zugeschriebene Bewegung in Wirklichkeit nicht ein Bewegen ist, sondern ein Ruhen, insofern dabei unveränderlich bestimmte Teile von ihr immer nach denselben bestimmten Teilen des Weltalls hingekehrt werden, d. h. dafs beständig die Achse ihrer täglichen Umdrehung sich selber parallel und gegen die und die Fixsterne gerichtet bleibt. Dieser durchaus beharrende Zustand, sagten wir, komme von Natur jedem im Gleichgewicht schwebenden Körper zu, welcher sich in einem flüssigen, nachgiebigen Mittel befindet; denn wiewohl im Kreise herumgeführt, ändere ein solcher seine Richtung gegenüber der Aufsenwelt nicht, sondern scheine nur sich um sich selbst zu drehen in Bezug auf den Träger und auf das Gefäfs, in welchem er getragen wird.

Wir fügten sodann zu dieser einfachen, natürlichen Eigenschaft noch die magnetische Kraft, vermöge deren der Erdball sich um so fester unverrückt zu halten vermöge u. s. w.

Sagr. Nun fällt mir alles wieder ein. Was mir vorhin durch den Sinn schofs und was ich vorbringen wollte, war eine eigentümliche Erwägung betreffs des Bedenkens und Einwandes von Signore Simplicio, welchen er gegen die Erdbewegung erhob und welcher sich auf die Vielfachheit der Bewegungen gründete: es sei unmöglich, einem einfachen Körper, der nach aristotelischer Lehre nur eine einzige einfache Bewegung von Natur aus besitzen könne, eine solche Vielfältigkeit zuzuschreiben. Was ich nun Euerer Erwägung anheimgeben wollte, war gerade das Verhalten des Magneten, welchem sichtlich drei Bewegungsweisen natürlich sind: die eine nach dem Mittelpunkte der Erde, insofern er ein schwerer Körper ist; die zweite eine horizontale Kreisbewegung, vermöge deren er seine Achse immer wieder nach bestimmten Gegenden des Weltalls hinkehrt und sie in dieser Lage erhält; die dritte jene von *Gilbert* neu entdeckte, die ihn seine Achse gegen die Erdoberfläche hinsenken läfst, wenn er sich in der Ebene des Meridianes befindet, und zwar mehr oder weniger, je nach seiner Entfernung vom Äquator, während er unter diesem selbst der Erdachse parallel bleibt.[34]) Aufser diesen dreien ist es vielleicht nicht unwahrscheinlich, dafs er noch eine vierte besitzt, sich nämlich um die eigene Achse dreht, sobald er in der Luft oder einem anderen flüssigen, nachgiebigen Mittel im Gleichgewicht schwebt und alle äufseren zufälligen Hindernisse aus dem Wege geräumt sind. Diesem Gedanken scheint auch *Gilbert* selbst Beifall zu zollen.[35]) Ihr seht also, Signore Simplicio, auf wie unsicheren Füfsen das Axiom des Aristoteles steht.

Drei natürliche Bewegungsweisen des Magneten.

Simpl. Dies macht seinen Ausspruch nicht nur nicht zu Schanden, es richtet sich überhaupt gar nicht gegen denselben. Denn in ihm ist die Rede von einem einfachen Körper und von dem, was einem solchen von Natur zukommen kann. Ihr bringt degegen Eigenschaften eines gemischten Körpers zur Sprache und führt nichts der aristotelischen Lehre Fremdes an; denn auch Aristoteles gesteht den gemischten Körpern zusammengesetzte Bewegungen zu u. s. w.

Aristoteles gesteht den gemischten Körpern zusammengesetzte Bewegungen zu.

Sagr. Haltet einen Augenblick ein, Signore Simplicio, und antwortet mir auf die Fragen, die ich Euch stellen werde. Ihr sagt, der Magnet sei nicht ein einfacher Körper, sondern ein gemischter; ich frage Euch somit: welches sind die einfachen Körper, die als Bestandteile den Magneten zusammensetzen?

Simpl. Ich kann Euch nicht die Ingredientien, noch die Gröfse der Dosen genau angeben; genug, es sind elementare Körper.

Sagr. Das genügt auch mir. Welches sind nun die Bewegungen, die diesen einfachen natürlichen Körpern natürlich sind?

Simpl. Die beiden einfachen geradlinigen *sursum et deorsum*.

Sagr. Sagt mir weiter: glaubt Ihr, dafs die Bewegung, welche einem Gemenge natürlich ist, dadurch entstehen mufs können, dafs man die beiden einfachen natürlichen Bewegungen der einfachen Bestandteile zusammensetzt? oder kann sie Euerer Meinung nach auch eine Bewegung sein, die sich unmöglich aus jenen zusammensetzen läfst?

Simpl. Ich glaube, der gemischte Körper wird die Bewegung ausführen, welche aus der Zusammensetzung der Bewegungen der einfachen Bestandteile hervorgeht, und glaube somit, dafs eine Bewegung, die sich unmöglich aus diesen zusammensetzen läfst, unmöglich von ihm ausgeführt werden kann.

Bewegung gemischter Körper mufs aus der Zusammensetzung der Bewegungen der einfachen Körper hervorgehen können.

Sagr. Aber, Signore Simplicio, mittels zweier einfachen geradlinigen Bewegungen werdet Ihr nun und nimmer eine kreisförmige Bewegung von der Art zusammensetzen, wie die zwei oder drei verschiedenen kreisförmigen Bewegungen, welche dem Magneten eigen sind. Ihr seht also, wie solch schlecht begründete Principien oder richtiger wie schlechte Folgerungen aus guten Principien Einen in die Enge treiben; denn Ihr seid nunmehr genötigt zu sagen, der Magnet sei eine Mischung von elementarem und Himmelsstoff, wenn Ihr anders dabei bleibt, dafs den Elementen nur die geradlinige, den Himmelskörpern die kreisförmige Bewegung eignet. Wollt Ihr daher sicherer bei Euerer Deduktion zu Werke gehen, so müfst Ihr so sagen: von den wesentlichen Bestandteilen des Weltalls führen alle diejenigen, welche überhaupt beweglich sind, von Natur Kreisbewegungen aus: darum zeigt der Magnet als Teil des echten, ursprünglichen und hauptsächlichen Stoffes unseres Erdballs die gleiche Natur wie dieser. Bemerkt sodann, welchen Fehler Ihr begeht, wenn Ihr den Magneten einen gemischten Körper nennt, den Erdball aber einen einfachen, der doch augenfällig hunderttausendmal zusammengesetzter ist; denn abgesehen davon, dafs er tausend und abertausend ganz von einander verschiedene Materien enthält, enthält er eine grofse Menge von dem Stoffe, den Ihr gemischt nennt, nämlich Magneteisen. Das kommt mir ebenso vor, wie wenn man das Brot einen gemischten Körper nennen wollte, die Ollapotrida hingegen einen einfachen, die doch aufser hundert anderen Zuthaten auch eine ziemliche Menge von Brot enthält.[96]) In der That es kommt mir von allen Stückchen der Peripatetiker dieses besonders merkwürdig vor: sie geben zu — und sie können nicht anders als es zugeben — dafs unser Erdball *de facto* ein Ge-

Die Zusammensetzung zweier geradliniger Bewegungen liefert keine Kreisbewegung.

Die Philosophen sehen sich genötigt, den Magneten für eine Mischung von elementarem und Himmelsstoff zu erklären.

Irrtum derer, die den Magneten einen gemischten, den Erdball einen einfachen Körper nennen.

Die peripatetischen Schlüsse wimmeln von Fehlern und Widersprüchen

misch von unendlich vielen verschiedenen Materien ist; sie geben des weiteren zu, dafs zusammengesetzte Körper eine zusammengesetzte Bewegung haben müssen; zusammensetzen lassen sich aber nur die geradlinige und die kreisförmige Bewegung, insofern die beiden geradlinigen einander entgegengesetzt, also mit einander unverträglich sind. Sie versichern, das reine Element der Erde finde sich nirgend, sie räumen ein, dafs diese niemals eine Ortsbewegung ausgeführt habe und gleichwohl wollen sie in der Natur den Körper setzen, der nicht existiert, und ihm die Bewegung beilegen, die er nun und nimmer ausgeführt hat oder ausführen wird; dem Körper aber, der wirklich vorhanden ist und stets vorhanden war, sprechen sie die Bewegung wieder ab, welche demselben nach ihrem anfänglichen Zugeständnis zukommen mufs.

Salv. Ich bitte Euch, Signore Sagredo, quälen wir uns nicht weiter mit diesen Einzelheiten ab, umsomehr als Ihr wifst, dafs unser Zweck nicht gewesen ist eine bestimmte Entscheidung zu treffen, die oder jene Meinung als wahr hinzustellen, sondern nur zu unserem Vergnügen die Gründe und Entgegnungen anzuführen, die sich für die eine oder andere Partei beibringen lassen: Signore Simplicio giebt daher seine Erwiderung nur im Namen seiner Peripatetiker ab. Lassen wir die endgültige Entscheidung in der Schwebe, stellen wir das Urteil einem höheren Wissen als dem unseren anheim. — Da ich glaube, dafs wir in den letzten drei Tagen uns sehr ausführlich über den Weltenbau ausgesprochen haben, wird es nunmehr an der Zeit sein zu der hochwichtigen Erscheinung überzugehen, welche den Anlafs zu unseren Gesprächen gegeben hat, ich meine die Ebbe und Flut des Meeres, deren Erklärung wahrscheinlich mit den Erdbewegungen in Zusammenhang zu bringen ist. Wir wollen diesen Gegenstand jedoch, wenn es Euch recht ist, für morgen aufsparen. Inzwischen möchte

Eine von *Gilbert* dem Magneten wahrscheinlich mit Unrecht zugesprochene Eigenschaft.

ich noch, um es nicht zu vergessen, Euch auf einen besonderen Umstand aufmerksam machen, dem *Gilbert* meines Dafürhaltens nicht das Wort hätte reden sollen. Er nimmt nämlich an, dafs wenn ein kleines Magnetkügelchen vollständig ins Gleichgewicht gebracht werden könnte, es anfangen würde, sich um sich selber zu drehen. Es ist aber keinerlei Grund vorhanden, warum es das thun sollte; denn wenn sich der ganze Erdball von Natur in 24 Stunden um seinen eigenen Mittelpunkt dreht und auch alle seine Teile diese Eigenschaft besitzen sollen, nämlich mit ihrem Ganzen zusammen um dessen Mittelpunkt in 24 Stunden zu kreisen, so besitzen sie diese thatsächlich, insofern sie, auf der Erde befindlich, mit ihr zusammen sich im Kreise drehen. Ihnen eine Rotation um ihr eigenes Centrum beilegen, hiefse ihnen eine zweite, von

der ersten sehr verschiedene Bewegung zuschreiben; sie würden nämlich dann zwei Bewegungen haben, die 24-stündige Drehung um das Centrum des Ganzen, dem sie angehören, und das Rotieren um den eigenen Mittelpunkt. Diese letztere ist aber willkürlich und es liegt kein Grund vor sie anzunehmen. Wenn beim Herausnehmen eines Magneten aus der eine natürliche Einheit bildenden Masse er nunmehr aufhörte ihr zu folgen, während er in Verbindung mit dieser Masse ihr gefolgt ist, und wenn er also jetzt sich nicht mehr um das allgemeine Centrum des Balls drehte, könnte man vielleicht mit etwas gröfserer Wahrscheinlichkeit glauben, er sei bestrebt sich eine neue Rotation um das eigene Centrum anzueignen. Da er aber, getrennt so gut wie verbunden, immer noch seine erste ewige natürliche Bewegungsart fortsetzt, wozu sich noch eine andere neue auf den Hals laden?

Sagr. Ich verstehe sehr wohl. Es erinnert mich das an eine ähnliche, ebenso verfehlte Erörterung, die von gewissen Schriftstellern auf dem Gebiete der sphärischen Astronomie[97]) angestellt wird, unter anderen, wenn ich mich recht erinnere, von *Sacrobosco*. Um zu erläutern, wieso das Element des Wassers mitsamt der Erde eine kugelförmige Oberfläche annimmt, sodafs aus beiden dieser unser Erdball hervorgeht, schreibt er, dafür zeige sich ein zwingender Grund, wenn man sich nur die runde Gestalt der kleinen Wasserteilchen ansehe, wie man solche täglich an Wassertropfen, am Tau und auf den Blättern vieler Pflanzen beobachten könne. Da nun dem allbekannten Axiom zufolge das Ganze sich so verhalte wie seine Teile und die Teile diese Form anzunehmen streben, so sei notwendig eben diese Form dem Elemente in seiner Gesamtheit eigentümlich. Ich halte es wirklich für recht liederlich, dafs solche Leute einer so offenbaren Nichtigkeit sich nicht bewufst werden, nicht in Betracht ziehen, dafs wenn diese ihre Ansicht richtig wäre, nicht nur die winzigen Tropfen, sondern auch jede gröfsere von der Gesamtheit des Elements losgerissene Quantität Wassers Kugelgestalt annehmen müfste, wovon durchaus nichts wahrzunehmen ist. Wohl aber läfst sich sinnlich wahrnehmen und aus Vernunftgründen begreifen, warum das Element des Wassers sich in sphärischer Form um dem gemeinsamen Schwerpunkt zu lagern strebt, nach dem alle schweren Körper einen Trieb haben — nämlich nach dem Mittelpunkte des Erdballs — und dafs alle seine Teile dem Axiom entsprechend ihm dabei folgen; daher breiten sich Meeresflächen, die Oberflächen der Seeen, Teiche, kurz aller Wasserteile, die in Gefäfse eingeschlossen sind, in Kugelgestalt aus, aber als Teile der Kugel, die zum Centrum den Erdmittelpunkt hat; nicht aber bilden sie besondere Kugeln aus sich selber.

Hinfälligkeit des öfters vorgebrachten Beweises für die Kugelform der Wasseroberfläche.

Salv. Der Irrtum ist wirklich kindisch, und wenn er blofs dem *Sacrobosco* zur Last läge, wollte ich es gerne hingehen lassen; aber ihn auch seinen Kommentatoren und anderen bedeutenden Männern, ja sogar dem Ptolemäus zu verzeihen, das vermag ich nicht, ohne für den Ruhm dieser Männer erröten zu müssen. Doch es ist schon spät geworden und Zeit, dafs wir Abschied nehmen, um morgen wie gewöhnlich uns wieder einzufinden und die bisher gepflogenen Erörterungen ihrem letzten Ziele zuzuführen.

Vierter Tag.[1])

Sagr. Ich weifs nicht, habt Ihr Euch wirklich später als sonst zu unseren gewöhnlichen Gesprächen eingefunden, oder täuscht mich nur meine Sehnsucht, die Ideen Signore Salviatis über einen so interessanten Gegenstand zu hören. Ich habe eine gute Stunde am Fenster gestanden und hoffte jeden Augenblick die Gondel landen zu sehen, die ich geschickt hatte Euch abzuholen.

Salv. Ich glaube wirklich, dafs mehr Euere Einbildung als unsere Säumigkeit Euch die Zeit hat lange werden lassen. Um Euch nicht noch länger warten zu lassen, wird es gut sein keine weiteren Worte zu verschwenden, die Sache in Angriff zu nehmen und nachzuweisen: wie die Natur gestattet hat — sei dies nun der wahre Sachverhalt oder nur ein Scherz, gleichsam ein Spiel, das sie mit unseren Phantasieen treibt — wie die Natur gestattet hat, sage ich, dafs die Bewegungen, die aus ganz anderen Ursachen als um der Ebbe und Flut willen seit langem der Erde beigelegt worden sind, nachträglich eine ganz exakte Erklärung dieser Erscheinung abgeben, und dafs gleichermafsen umgekehrt eben diese Ebbe und Flut von neuem Zeugnis für die Erdbewegung abzulegen scheint. Die bisherigen Anzeichen für eine solche bezogen sich nämlich auf Himmelserscheinungen, da von allen irdischen Vorgängen keiner der einen Ansicht auf Kosten der anderen einen Vorzug einräumte, wie wir denn bereits des Langen und Breiten nachgewiesen haben, dafs alle irdischen Erscheinungen, wegen deren gemeinhin die Erde als fest, die Sonne und das Firmament aber als beweglich angesehen werden, uns genau denselben Schein erwecken müssen, wenn man die Erde als beweglich, jene als fest betrachtet. Nur an dem Elemente des Wassers, das eine solch ungeheuere Ausdehnung besitzt und mit dem Erdball nicht wie sämtliche festen Bestandteile eng verbunden und verknüpft ist, sondern infolge seiner Flüssigkeit teilweise unter eigener Botmäfsigkeit steht und frei ist — einzig und allein an dem Elemente des Wassers von allem, was da unter dem Monde, können wir möglicherweise eine Spur, ein Anzeichen finden, das uns verrät, wie die Erde sich bezüglich der

Die Natur läfst im Scherze Ebbe und Flut des Meeres als Zeugnis für die Erdbewegung erscheinen.

Die Meeresgezeiten und die Erdbewegung bestätigen einander gegenseitig.

Irdische Erscheinungen sämtlich unzulänglich für den Nachweis der Bewegung oder der Ruhe der Erde, mit Ausnahme der Meeresgezeiten.

Bewegung oder Ruhe verhält. Nachdem ich wieder und immer wieder die selbstbeobachteten und von anderen mitgeteilten Erscheinungen und Besonderheiten bei mir erwogen habe, die bei den Bewegungen der Gewässer wahrzunehmen sind, nachdem ich gar die nichtigen Erklärungen dieser Erscheinungen seitens anderer gelesen, habe ich mich stark in Versuchung gefühlt, folgenden beiden Thesen — unter den notwendigen Voraussetzungen — meine Billigung zu erteilen. Ist der Erdball unbeweglich, so kann von Natur aus keine Ebbe und Flut stattfinden; giebt man ihm aber die Bewegungen, die ihm schon ohnehin zugeschrieben werden, so mufs das Meer ganz in der den Beobachtungen entsprechenden Weise der Ebbe und Flut unterliegen.

Erster allgemeiner Satz von der Unmöglichkeit von Ebbe und Flut bei Unbeweglichkeit der Erde.

Sagr. Der Satz ist hochbedeutsam, sowohl um seiner selbst willen, wie auch der aus ihm entspringenden Folgen wegen. Um so gespannter sehe ich der Erläuterung und Bestätigung dieser Behauptung entgegen.

Salv. Bei naturwissenschaftlichen Fragen, wie wir hier eine behandeln, ist es die Vertrautheit mit den Wirkungen, die uns lehrt die Ursachen zu erforschen und aufzufinden. Ohne diese würden wir einem Blinden gleich umhertappen, ja noch unsicherer, denn wir wüfsten nicht einmal, welchem Ziele wir zusteuern sollen, während der Blinde doch wenigstens weifs, wohin er gelangen möchte. Vor allem müssen wir daher die Wirkungen kennen lernen, deren Ursachen wir suchen. Ihr, Signore Sagredo, wifst darüber jedenfalls besser und zuverlässiger Bescheid als ich; denn nicht nur habt Ihr lange in Euerer Vaterstadt Venedig gelebt, wo die Gezeiten ihrer Gröfse wegen sehr merklich sind, sondern seid auch nach Syrien gekommen[2]) und regen, wifsbegierigen Geistes, wie Ihr seid, habt Ihr sicherlich vielfache Beobachtungen angestellt. Ich hingegen habe nur kurze Zeit hier am äufsersten Ende des adriatischen Meeres und aufserdem in meiner Heimat an den Küsten des Tyrrhenischen die Fluterscheinungen beobachten können, in vielen anderen Dingen mufs ich mich auf fremde Berichte beziehen. Diese stimmen gröfstenteils schlecht überein, sind also sehr unzuverlässig und können daher in unsere Betrachtungen eher Verworrenheit bringen als ihnen zur Bestätigung dienen. Gleichwohl glaube ich, von den verbürgten und zugleich wichtigsten Thatsachen ausgehend, die wahren, ursprünglichen Ursachen auffinden zu können, ohne dafs ich mir jedoch anmafse alle Gründe bis ins einzelne hinein beibringen zu können, sodafs damit eine vollkommene Erklärung mir unbekannter und daher noch nicht von mir geprüfter Thatsachen gegeben wäre. Was ich zu sagen gedenke, möchte ich nur als den Schlüssel betrachtet wissen, der das Zugangsthor einer noch niemals

Vertrautheit mit den Wirkungen führt zur Erforschung der Ursachen.

betretenen Straſse erschlieſst; ich lebe der zuversichtlichen Hoffnung, daſs Männer von tiefer eindringendem Geiste als ich sehr viel weiter fortschreiten und vorwärts gelangen, als es mir bei dieser ersten Entdeckungsreise gelungen ist. Und wenn auch vielleicht in anderen fernen Meeren Erscheinungen auftreten, wie sie in unserem mittelländischen Meere nicht vorkommen, so werden darum die von mir angeführten Gründe und Ursachen nicht minder richtig sein, da schlieſslich doch die wahre und ursprüngliche Ursache gleichartiger Wirkungen eine einheitliche sein muſs. Ich werde also eine Darstellung der mir als wahr bekannten Erscheinungen geben, sie auf die mir richtig scheinende Weise begründen, und Ihr, meine Herren, mögt noch andere Euch bekannte Thatsachen zu den meinigen hinzufügen; wir werden alsdann versuchen, ob die von mir angegebene Erklärung auch diese befriedigend zu erklären vermag.

Dreifache Periode der Gezeiten, tägliche, monatliche und jährliche.

Ich konstatiere also, daſs sich bei der Ebbe und Flut der Meeresgewässer drei Perioden unterscheiden lassen. Die erste und wichtigste ist jene bedeutende allbekannte, die tägliche Periode; ihr zufolge heben und senken sich die Gewässer im Zeitintervall von einigen Stunden. Diese Intervalle betragen im mittelländischen Meere meist etwa sechs Stunden; sechs Stunden nämlich findet ein Steigen, sechs weitere Stunden ein Fallen statt. Die zweite Periode ist eine monatliche und scheint in ursächlichem Zusammenhange mit dem Monde zu stehen; nicht als ob er neue Bewegungen veranlaſste, er ändert nur in merklicher Weise den Betrag der bereits erwähnten ab, je nachdem er voll, halb oder neu ist. Die dritte Periode ist eine jährliche und erweist sich als abhängig von der Sonne; aber auch sie modifiziert nur die täglichen Bewegungen, indem sie ihnen nämlich zur Zeit der Solstitien einen anderen Betrag erteilt als zur Zeit der Äquinoktien.

Wir wollen zuerst von der täglichen Periode sprechen als der hauptsächlichsten, welche nur sekundär durch die Einwirkung von Mond und Sonne monatliche und jährliche Änderungen erfährt. Drei verschiedene Umstände lassen sich bei diesen stündlichen Änderungen beobachten: an manchen Orten steigen und fallen die Wasser, ohne fortschreitende Bewegung zu besitzen; an anderen bewegen sie sich, ohne zu steigen und zu fallen, einmal gegen Osten und darauf wieder zurück nach Westen; an anderen endlich wechseln gleichzeitig Niveau und Bewegungsrichtung, wie es hier in Venedig der Fall ist, wo das Wasser beim Einflieſsen steigt, beim Abflieſsen sinkt; es findet dies am Ende der Längsrichtung von Buchten statt, welche sich von West nach Ost erstrecken und in flache Küsten auslaufen, über denen das Wasser beim Steigen Platz hat sich auszubreiten; wäre ihm der

Verschiedene bei der täglichen Bewegung auftretende Umstände.

Raum durch Berge oder Dämme von ansehnlicher Höhe abgeschnitten, so würde es dort steigen oder fallen, ohne eine fortschreitende Bewegung zu zeigen. Ein Hin- und Widerströmen hingegen ohne gleichzeitige Niveauänderung findet in den mittleren Meeresteilen statt, wie am deutlichsten in der Meerenge von Messina zwischen Scylla und Charybdis sich zeigt, weil dort die Strömung wegen der geringen Breite des Kanals am lebhaftesten ist. Aber auch auf dem offenen Meere und rings um die darin gelegenen Inseln, wie an den Balearen, bei Korsika, Sardinien, Elba, Sicilien, an der afrikanischen Küste, bei Malta, Kandia u. s. w. sind die Höhenunterschiede sehr unbedeutend, wohl aber die Strömungen merklich und namentlich an solchen Stellen, wo das Meer zwischen Inseln oder zwischen diesen und dem Festlande enge Kanäle bildet.

Diese wenigen wahren und verbürgten Thatsachen müssen nun aller Wahrscheinlichkeit nach, wenn auch sonst nichts vorläge, jeden, der sich in den Grenzen einer natürlichen Erklärung halten will, geneigt machen die Erdbewegung zuzugeben. Denn das Becken des mittelländischen Meeres festhalten zu wollen und doch das darin enthaltene Wasser sich so bewegen zu lassen, wie es sich bewegt, übersteigt meine Fassungsgabe, und wohl die eines jeden anderen, der nicht nur die Oberfläche des Gegenstandes streift, sondern tiefer einzudringen versucht.

Simpl. Diese Erscheinungen, Signore Salviati, sind nicht von heute, sondern uralt, und unzählige Beobachter haben sie bemerkt; viele haben es sich angelegen sein lassen, eine Begründung zu geben, einer diese, der andere jene. So lebt wenige Miglien von hier ein bedeutender Peripatetiker, der eine neue Erklärung aufstellt und zwar auf Grund einer von den Auslegern nicht genügend beachteten Stelle des Aristoteles; er schliefst aus dieser Stelle, die wahre Ursache jener Bewegungen schreibe sich einfach von der Verschiedenheit der Meerestiefen her. Das Wasser der tiefsten Stellen verdränge seiner gröfseren Menge und seines gröfseren Gewichtes wegen das Wasser der seichteren Stellen, diese hätten sodann das Bestreben von ihrer gröfseren Höhe wieder hinabzusinken, und aus diesem beständigen Wechselkampfe ergebe sich dann das Spiel von Ebbe und Flut. Ferner sind viele, die einen Zusammenhang mit dem Monde annehmen, indem sie sagen, dafs er specielle Herrschaft über das Wasser übe. Ganz vor kurzem hat ein geistlicher Würdenträger eine kleine Abhandlung veröffentlicht, worin er sagt, der Mond werfe, während er am Himmel hinzieht, durch seine Anziehung einen Wasserhügel auf, welcher ihm beständig folge, sodafs die Fluthöhe stets gerade unter dem Monde

Erklärung von Ebbe und Flut nach einem gewissen modernen Philosophen.

Ursache von Ebbe und Flut von einem gewissen Prätaten dem Monde zugeschrieben.

liege. Da nun aber, wenn der Mond unter dem Horizonte steht, das Steigen dennoch sich erneuert, so lasse sich, meint er, zur Erklärung der Erscheinung nur annehmen, dafs dem Monde nicht nur selber genannte Eigenschaft innewohnt, sondern dafs er in diesem Falle sie auch auf den gegenüberliegenden Punkt des Zodiakus zu übertragen imstande ist. Andere behaupten, wie Ihr vermutlich wissen werdet, dafs der Mond infolge seiner temperierten Wärme das Wasser zu verdünnen vermag und dafs dieses verdünnte Wasser dann in die Höhe steigt.[3]) Auch hat es nicht an Leuten gefehlt, die . . .

Girolamo Barco und andere Peripatetiker begründen Ebbe und Flut mit der temperierten Wärme des Mondes.

Sagr. Ich bitte Euch, Signore Simplicio, hört damit auf: denn ich glaube, es lohnt sich nicht der Mühe, die Zeit mit Aufzählung dieser Meinungen zu vergeuden, noch zu ihrer Widerlegung Worte zu verschwenden. Wenn Ihr diesen und ähnlichen Nichtigkeiten Eueren Beifall zolltet, würdet Ihr Euere Urteilskraft verleugnen, die doch, wie wir wissen, eine so geläuterte ist.

Salv. Ich, der ich etwas phlegmatischer bin als Ihr, Signore Sagredo, möchte doch mit einigen Worten auf die von Signore Simplicio berührten Ansichten eingehen für den Fall, dafs er in ihnen ein Körnchen von Wahrheit vermuten sollte. So erwidere ich denn: dasjenige Wasser, Signore Simplicio, dessen äufsere Oberfläche höher gelegen ist, verdrängt allerdings das unter ihm gelegene tiefere; nicht so aber das Wasser, welches nach unten hin gröfsere Tiefe besitzt; hat dann das höher gelegene Wasser einmal das tiefere verdrängt, so kommt es binnen kurzem zur Ruhe und ins Gleichgewicht. Euer Peripatetiker mufs der Ansicht sein, dafs alle Seen der Welt, die sich in Ruhe befinden, und alle Meere, welche keine Ebbe und Flut zeigen, einen vollständig ebenen Boden besitzen. Und ich war immer so thöricht zu glauben, dafs, wenn keine anderen Unregelmäfsigkeiten vorhanden wären, doch die über das Wasser emporragenden Inseln ein sehr deutlicher Beweis für die Ungleichheiten des Bodens seien. Jenem Prälaten könnt Ihr erwidern, dafs der Mond jeden Tag über das ganze mittelländische Meer hinläuft, ohne das Wasser zu heben, ausgenommen am östlichen Ende und hier bei uns in Venedig. Den Anhängern der Lehre von der temperierten Wärme, durch welche das Wasser aufgebläht werde, saget, sie möchten doch einen Kessel aufs Wasser setzen und die rechte Hand solange hineinhalten, bis das Wasser durch die Wärme nur einen Zoll steigt; nachher mögen sie sie herausziehen und sehen, ob sie noch Lust haben über die Aufblähung des Meeres zu schreiben. Oder bittet sie wenigstens um Bescheid, wieso der Mond gewisse Teile der Gewässer verdünnt, die übrigen hingegen nicht; wieso er hier in Venedig diese

Entgegnung auf die Nichtigkeiten, welche zur Erklärung von Ebbe und Flut angeführt werden.

Die Inseln sind ein Anzeichen für die Ungleichheiten des Meeresbodens.

Wirkung ausübt, nicht aber in Ancona, Neapel oder Genua. Es mufs in der That zwei Arten poetisch angelegter Naturen geben, die einen geschickt und fähig Fabeln zu erfinden, die anderen dazu angethan und geneigt sie zu glauben.

Zwei Arten poetisch angelegter Naturen.

Simpl. Ich meine nicht, dafs man an Fabeln glaubt, wenn man sie als solche erkennt. Was die zahlreichen Ansichten über die Ursachen von Ebbe und Flut betrifft, so weifs ich recht wohl und bin vollkommen überzeugt, dafs zu einer und derselben Wirkung nur eine ursprüngliche und wahrhafte Ursache gehören kann, dafs also höchstens *eine* jener Ursachen die wahre sein kann, alle übrigen Erdichtungen und Irrtümer sein müssen. Vielleicht auch befindet sich die richtige Erklärung nicht unter den bisher vorgebrachten Ansichten; denn es müfste sonderbar zugehen, wenn von der Wahrheit so wenig Licht ausstrahlte, dafs sie durch nichts aus der Finsternis der umgebenden Irrtümer hervorstäche. Ich erlaube mir jedoch mit der unter uns statthaften Offenheit die Bemerkung, dafs die Lehre von der Erdbewegung und die Ansicht, diese sei die Ursache von Ebbe und Flut mir bis jetzt ebenso märchenhaft vorkommt als alle anderen mir bekannt gewordenen Erklärungsversuche. Wenn ich nicht Gründe zu hören bekomme, die in besserer Übereinstimmung mit den Thatsachen der Natur stehen, würde ich sonder Scheu mich zu dem Glauben bequemen, es handle sich um eine übernatürliche Erscheinung, also um ein Wunder, welches für den menschlichen Geist unerforschlich ist wie so viele andere Dinge, die unmittelbar von der allmächtigen Hand Gottes gelenkt werden.

Die Wahrheit strahlt nicht so wenig Licht aus, dafs sie in der Finsternis des Irrtums unbemerkt bliebe.

Salv. Die Art, wie Ihr Eueren Standpunkt darlegt, ist sehr klug und steht auch in Übereinstimmung mit der Lehre des Aristoteles. Ihr wifst, wie dieser am Anfange seiner mechanischen Probleme als Wunder alles das erklärt, dessen Ursache uns verborgen ist.[4]) Dafür aber, dafs die wahre Ursache der Gezeiten zu dem Unerforschlichen gehöre, habt Ihr vermutlich keinen anderen Anhaltspunkt, als dafs Ihr bemerkt, wie unter allen bisherigen Erklärungsversuchen keiner ist, auf Grund dessen, mag man sich anstellen, wie man will, eine ähnliche Erscheinung künstlich hervorgerufen werden kann. Weder mit Mond- noch mit Sonnenlicht, noch mit temperierter Wärme, noch durch verschiedene Tiefen wird man jemals künstlich bewirken können, dafs in einem unbewegten Gefäfse das darin enthaltene Wasser hin- und widerströmt, an einer Stelle steigt und fällt, an anderen nicht. Wenn ich Euch aber ohne jeden besonderen Kunstgriff, auf die einfachste Weise, durch Bewegung des Gefäfses alle jene Änderungen genau so vor Augen führen kann, wie sie bei den Meeresgewässern

Aristoteles erklärt die Erscheinungen für wunderbar, deren Ursachen unbekannt sind.

stattfinden, warum wollt Ihr diese Erklärung dann von der Hand weisen und zum Wunder Euere Zuflucht nehmen?

Simpl. Ich will zum Wunder meine Zuflucht nehmen, wenn Ihr durch keine anderen natürlichen Ursachen als durch die Bewegung der Meeresbecken mich davon zurückzuhalten wifst, und zwar deshalb, weil diese Becken, wie ich überzeugt bin, sich nicht bewegen, der ganze Erdball vielmehr von Natur unbewegt ist.

Salv. Aber glaubt Ihr nicht, dafs der Erdball übernatürlich, d. h. durch die unbeschränkte Macht Gottes, in Bewegung gesetzt werden könnte?

Simpl. Wer möchte das bezweifeln?

Salv. Nun, Signore Simplicio, da uns denn die Annahme eines Wunders unentbehrlich ist, um die Meeresgezeiten zu erklären, wollen wir die Erde durch ein Wunder und infolge dessen das Meer auf natürliche Weise sich bewegen lassen. Dies ist um so einfacher, ich möchte sagen um so natürlicher auf dem Gebiete des Wunders, als es leichter ist eine Kugel in Drehung zu versetzen — wovon wir soviele Beispiele sehen — als eine ungeheuere Wassermasse vor- und rückwärts zu bewegen, hier schneller, dort langsamer, sie zu heben und zu senken, hier mehr, dort weniger, dort gar nicht, und alle diese Vorgänge in einem und demselben sie umfassenden Becken sich abspielen zu lassen; abgesehen davon, dafs in letztgenanntem Falle mehrere Wunder vorlägen, in ersterem nur eines. Nehmt hinzu, dafs die wunderbare Bewegung des Wassers ein weiteres Wunder nötig macht: die Erde nämlich gegenüber dem andrängenden Wasser festzuhalten, da dieses sie bald nach dieser, bald nach jener Richtung in schwankende Bewegung versetzen müfste, sobald sie nicht durch ein neues Wunder festgehalten würde.

Sagr. Ich bitte Euch, Signore Simplicio, vertagen wir ein Weilchen unsere Entscheidung, ehe wir die neue Ansicht verurteilen, die uns Signore Salviati auseinandersetzen will, und werfen wir sie nicht ohne weiteres in einen Topf mit den früheren Albernheiten. Was das Wunder angeht, so wollen wir gleichfalls darauf zurückkommen, wenn wir erst den Versuch einer natürlichen Erklärung gehört haben; wiewohl, meiner Empfindung nach, alle Werke der Natur und Gottes Wunder darstellen.

Salv. Ich bin der gleichen Ansicht, und wenn man daher die Erdbewegung als natürliche Ursache der Meeresgezeiten betrachtet, so wird damit nicht das Wunderbare dieses Vorgangs in Abrede gestellt. — Um nun unsere Untersuchung wieder aufzunehmen, betone ich abermals und wiederhole, dafs sich bis jetzt keine Möglichkeit absehen läfst,

wieso das Wasser des mittelländischen Meeres die thatsächlich zu beobachtenden Bewegungen ausführt, sobald das die Gewässer einschliefsende Becken oder Gefäfs als unbewegt angesehen wird. Was die Schwierigkeit bedingt und was diese Materie so unauflöslich verwickelt macht, sind die nachstehenden Thatsachen, die man täglich beobachten kann. So merkt denn auf.

Nachweis der Unmöglichkeit einer natürlichen Erklärung von Ebbe und Flut bei Annahme des Stillestehens der Erde.

Wir sind hier in Venedig, es herrscht Ebbe, das Meer ist ruhig, die Luft stille. Nun beginnt das Wasser zu steigen und nach Verlauf von fünf bis sechs Stunden steht es mehr als zehn Spannen höher.[5]) Dieses Steigen ist nicht durch eine Verdünnung des anfänglich vorhandenen, sondern durch Zuströmen neuen Wassers bewirkt, Wassers von derselben Art wie das ursprüngliche, von demselben Salzgehalte, von derselben Dichtigkeit, demselben Gewichte. Alle Fahrzeuge schwimmen ebenso auf ihm, Signore Simplicio, wie auf dem früheren, ohne um Haaresbreite tiefer einzutauchen; ein mit diesem neuen Wasser gefülltes Fafs wiegt kein Gran mehr noch weniger als dieselbe Menge des anderen Wassers: kurz es handelt sich sichtlich um neuerdings durch die Einschnitte und Öffnungen des Lido eingeströmtes Wasser.[6]) Macht Ihr nunmehr ausfindig, wie und von wannen es gekommen ist. Sind in hiesiger Gegend vielleicht Strudel oder Löcher auf dem Meeresboden, durch welche die Erde das Wasser anzieht und einsaugt und ähnlich atmet, wie ein ungeheuerer über die Mafsen grofser Walfisch?[7]) Wenn dem aber so ist, warum hebt sich die Flut in Ancona, Ragusa, Korfu in Zeit von sechs Stunden nicht ebenso sehr? Dort aber findet nur ein sehr unbedeutendes, fast unmerkliches Steigen statt. Wie will man eine Art und Weise ersinnen, um neues Wasser in ein unbewegtes Gefäfs einzugiefsen derart, dafs es nur an einem bestimmten Punkte steigt, aber an keinem anderen? Werdet Ihr etwa behaupten, das neue Wasser sei dem Ozean entnommen und ströme durch die Strafse von Gibraltar ein? Dadurch lassen sich die genannten Schwierigkeiten nicht beseitigen und es erwachsen neue gröfsere. Zunächst sagt mir, was für eine Geschwindigkeit müfste das durch die Meerenge einströmende Wasser besitzen, um binnen sechs Stunden an den entlegensten, zwei- bis dreitausend Miglien entfernten Küsten des mittelländischen Meeres einzutreffen und um dieselbe Strecke bei seinem Rückwege abermals in der nämlichen Zeit zurückzulegen? Was soll aus den Schiffen werden, die über das Meer hin zerstreut sind? was aus den Fahrzeugen, welche sich in der Meerenge befinden, während ungeheuere Wassermassen beständig durch einen nur acht Miglien breiten Kanal hineinstürzen, der in sechs Stunden soviel Wasser durchlassen mufs, dafs eine Hunderte von Miglien breite und Tausende von Miglien lange Fläche damit über-

schwemmt wird? Welcher Tiger läuft, welcher Falke fliegt mit solcher Schnelligkeit? mit einer Schnelligkeit nämlich von vierhundert oder mehr Miglien in der Stunde. Allerdings finden in der Längsrichtung des Meerbusens Strömungen statt, ich leugne es nicht; sie sind aber so langsam, dafs Ruderboote, wenn auch nicht ohne Zeiteinbufse, sie überwinden. Überdies bleibt, wenn jenes Wasser durch die Meerenge einströmt, immer noch die andere Schwierigkeit bestehen, nämlich wieso es sich gerade hierher begiebt und in diesem entlegenen Teile ein Steigen verursacht, ohne vorher in gleichem oder noch gröfserem Betrag ein Steigen an den nächst gelegenen Orten zu bewirken? Kurz ich glaube, das ausdauerndste Nachdenken wird aus diesen Schwierigkeiten sich nicht herausfinden, noch in Anbetracht derselben an der Unbewegtheit der Erde festhalten können, solange man sich in den Grenzen einer natürlichen Erklärung bewegen will.

Sagr. Dies verstehe ich soweit ganz gut. Ich erwarte nun mit höchster Spannung zu vernehmen, wie diese wunderbaren Vorgänge aus den der Erde beigelegten Bewegungen sich ohne Anstofs ergeben.

Salv. Sollen jene Erscheinungen Folge der natürlichen Erdbewegungen sein, so dürfen sie nicht nur nicht zu einem Widerspruch oder zu etwas Anstöfsigem führen, sie müssen auch leicht und nicht nur leicht, sondern mit Notwendigkeit daraus folgen, derart dafs unmöglich der Vorgang ein anderer sein kann; das nämlich ist die charakteristische Eigentümlichkeit des Natürlichen und Wahren. Nachdem wir also die Unmöglichkeit festgestellt, die an den Gewässern wahrzunehmenden Bewegungen unter gleichzeitigem Festhalten an der Unbeweglichkeit des Wasserbeckens zu erklären, gehen wir dazu über zu versuchen, ob die Bewegung des Behälters ihrerseits eine Wirkung hervorzubringen vermag, deren Eigentümlichkeit den beobachteten Thatsachen entspricht.

Wahrhaft natürliche Wirkungen erfolgen stets mit Leichtigkeit.

Zwei Arten von Bewegungen lassen sich einem Gefäfse mitteilen, welche die Möglichkeit schaffen, dafs das in ihm enthaltene Wasser bald nach dem einen, bald nach dem anderen Ende strömt und dort bald steigt, bald fällt. Einmal brauchte man nur abwechselnd das eine und andere genannter Enden zu senken, das Wasser wird dann nach dem geneigten Ende laufen und bald auf dieser, bald auf jener Seite steigen und fallen. Da dieses Heben und Senken jedoch nichts Anderes ist als ein Entfernen und Annähern an den Erdmittelpunkt, so läfst sich unmöglich den Wasserbecken, die der Erde selbst angehören, eine derartige Bewegung beilegen. Denn die Teile dieser Behälter, können niemals, mag man den Erdball sich bewegen lassen, wie man will, sich seinem Centrum nähern oder von ihm entfernen. Die andere

Zwei Arten von Bewegungen des Behälters, welche das darin enthaltene Wasser steigen und fallen lassen können.

Die Becken der Erde können sich deren Mittelpunkte nicht nähern oder von ihm entfernen.

Eine ungleichförmig fortschreitende Bewegung des Gefäfses kann ein Strömen des darin enthaltenen Wassers bewirken.

Art besteht darin, dafs das Gefäfs, ohne sich irgendwie zu neigen, eine fortschreitende, aber ungleichförmig von statten gehende Bewegung besitzt, welche ihre Geschwindigkeit wechselt, bald nämlich sich beschleunigt, bald sich verzögert. Die Folge dieser Ungleichmäfsigkeit würde die sein: das Wasser, welches zwar in dem Gefäfse enthalten, aber nicht nach Art fester Teile mit ihm verbunden ist, sondern seiner Flüssigkeit wegen fast unabhängig, frei und nicht genötigt ist, alle Bewegungen seines Behälters mitzumachen, wird bei Verminderung der Geschwindigkeit des Gefäfses einen Teil des vorher erworbenen Antriebs beibehalten und nach dem vorderen Ende hinströmen, wo dann notwendig ein Steigen stattfindet. Wenn umgekehrt die Geschwindigkeit des Gefäfses sich steigern sollte, wird das Wasser teilweise seine langsamere Bewegung beibehalten, etwas zurückbleiben, bevor es sich an die neue Geschwindigkeit gewöhnt und sich an dem hinteren Ende merklich aufstauen. Diese Erscheinungen können wir noch deutlicher und der sinnlichen Wahrnehmung zugänglicher machen mit dem Beispiele jener Barken, welche beständig süfses Wasser von *Lizza Fusina* für den Bedarf der Stadt herüberfahren.[8]) Stellen wir uns vor, eine solche Barke komme mit mäfsiger Geschwindigkeit durch die Lagune daher und fahre das Wasser, womit sie beladen ist, ruhig dahin. Nun aber erleide sie eine merkliche Verringerung ihrer Geschwindigkeit, sei es, dafs sie aufs Trockene aufläuft oder sich sonst ein Hindernis ihr in den Weg stellt. Dann wird das in der Barke befindliche Wasser nicht sofort, wie diese selbst, den erlangten Antrieb verlieren, sondern ihn beibehalten und vorne nach dem Bug hinströmen; dort wird es merklich steigen, am Hinterteile dagegen sinken. Wenn aber umgekehrt bei dem ruhigen Dahingleiten der Barke eine merkliche Zunahme der Geschwindigkeit stattfindet, so wird das darin befindliche Wasser sich nicht gleich an diese gewöhnen, sondern seine Langsamkeit bewahren, zurückbleiben, also nach dem Hinterteile sich in die Höhe stauen, vorne hingegen sich senken. Diese Erscheinung steht unzweifelhaft fest, ist leicht zu verstehen und kann jederzeit durch den Versuch bestätigt werden. Ich bitte hierbei auf dreierlei zu achten. Erstlich bedarf es nicht, um das Wasser an dem einen Gefäfsende steigen zu machen, neuen Wassers, noch auch braucht dieses das andere Ende völlig zu verlassen, während es nach jenem hinströmt. Zweitens hebt und senkt sich das Wasser in der Mitte nicht merklich, wenn nicht gerade die Fahrgeschwindigkeit der Barke sehr bedeutend und der Stofs oder die sonstige Hemmung, die sie erlitten, sehr heftig und plötzlich ist; in einem solchen Falle könnte allerdings das ganze Wasser nicht nur nach vorne strömen, sondern grofsenteils völlig aus der Barke hinaus-

laufen. Dasselbe würde auch geschehen, wenn sie anfänglich langsam dahinglitte und plötzlich eine sehr grofse Fahrgeschwindigkeit annähme. Wenn aber bei einer ruhigen Anfangsbewegung eine mäfsige Verzögerung oder Steigerung der Geschwindigkeit neu hinzutritt, findet, wie gesagt, in der Mitte kein merkliches Steigen und Fallen statt, an anderen Stellen ein um so geringeres, je näher sie der Mitte liegen, ein um so bedeutenderes, je weiter sie davon entfernt sind. Drittens ist zu beachten, dafs die mittleren Teile verglichen mit den äufsersten allerdings nur geringe Hebungen und Senkungen erleiden, dafs sie hingegen um ein beträchtliches hin- und herströmen. Nun, meine Herren, wie sich die Barke bezüglich des in ihr enthaltenen Wassers und wie sich das Wasser bezüglich der es enthaltenden Barke verhält, aufs Haar ebenso verhält sich das Becken des mittelländischen Meeres zu den darin befindlichen Wassermassen und die umschlossenen Wassermassen zu dem sie umschliefsenden mittelländischen Meeresbecken. — Wir haben nunmehr nachzuweisen, wieso und in welcher Weise wirklich das mittelländische Meer und alle anderen Meerbusen, überhaupt alle Teile der Erde eine merklich ungleichmäfsige Bewegung ausführen, obgleich dem ganzen Erdball als solchem keinerlei Bewegung zugeschrieben wird, die nicht regelmäfsig und gleichförmig wäre.

Die Teile der Erde erleiden bei ihrer Bewegung Beschleunigungen und Verzögerungen.

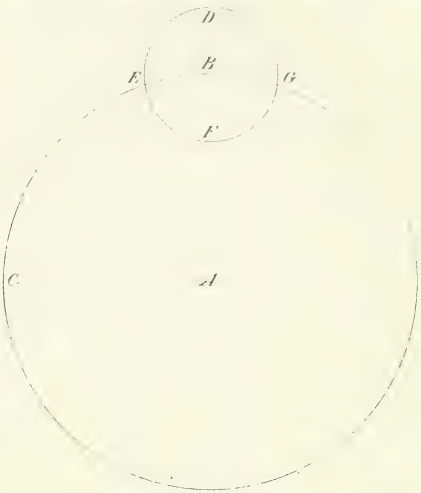
Simpl. Auf den ersten Blick scheint dies mir, der ich weder Mathematiker noch Astronom bin, ein arges Paradoxon. Wenn es wahr sein sollte, dafs die Bewegung des Ganzen regelmäfsig, die der Teile hingegen, die mit ihrem Ganzen fortwährend verbunden sind, unregelmäfsig sein sollte, so wird dieses Paradoxon das Axiom zu Schanden machen, das da besagt, *eamdem esse rationem totius et partium.*

Salv. Ich werde mein Paradoxon beweisen und Euch anheimgeben, Signore Simplicio, das Axiom dem gegenüber in Schutz zu nehmen oder es in Übereinstimmung damit zu bringen. Der Beweis wird kurz und sehr leicht zu verstehen sein, da er auf denjenigen Dingen beruht, die wir in unseren früheren Gesprächen ausführlich behandelt haben, ohne dafs zu Gunsten von Ebbe und Flut irgendwelche neue Voraussetzung gemacht würde.

Zweierlei Bewegungen, sagten wir, legt man dem Erdball bei: eine jährliche, welche von seinem Mittelpunkte längs der Peripherie des unter der Ekliptik gelegenen *orbis magnus* ausgeführt wird und zwar nach der Ordnung der Zeichen d. h. von West nach Ost; sodann eine zweite, welche der Erdball selbst ausführt, indem er sich innerhalb 24 Stunden um seinen eigenen Mittelpunkt dreht, wiewohl um eine merklich geneigte Achse, die zu der der jährlichen Umdrehung nicht parallel ist. Aus der Zusammensetzung dieser Bewegungen,

Beweis, dafs die Teile des Erdballs Beschleunigungen und Verzögerungen erfahren.

deren jede für sich gleichförmig ist, behaupte ich, geht eine ungleichmäfsige Bewegung der Teile der Erde hervor. Zur Erleichterung des Verständnisses will ich mich bei der Erläuterung einer Figur bedienen. Zunächst will ich um das Centrum A die Peripherie BC des *orbis magnus* zeichnen; auf dieser nehme ich einen beliebigen Punkt B an, und um diesen als Centrum beschreiben wir den kleineren Kreis $DEFG$, der den Erdball bedeuten soll. Wir stellen uns vor, dieser durchlaufe mit seinem Centrum B die ganze Peripherie des *orbis magnus* von West nach Ost d. h. von B nach C hin. Des weiteren denken wir uns, der Erdball drehe sich innerhalb eines Zeitraums von 24 Stunden um seinen eigenen Mittelpunkt B gleichfalls von West nach Ost d. h. in der Aufeinanderfolge der Punkte D, E, F, G. Hier haben wir jedoch sorgfältig zu beachten, dafs, wenn ein Kreis sich um seinen eigenen Mittelpunkt dreht, jeder Teil desselben zu verschiedenen Zeiten entgegengesetzte Bewegungen ausführt. Dies ist augenscheinlich der Fall: wir brauchen blofs zu bedenken, dafs die Teile der Peripherie in der Umgebung des Punktes D nach links, nämlich nach E hin, sich bewegen, die entgegengesetzten aber, d. h. die in der Umgebung des Punktes F gelegenen, nach rechts fortschreiten, nämlich nach dem Punkte G. Wenn also die Teile bei D nach F gelangen, so wird ihre Bewegung gerade umgekehrt gerichtet sein, wie sie es anfänglich in D war. Wenn ferner die Teile bei E sich gewissermafsen abwärts, nach F hin bewegen, steigen die bei G nach D zu hinauf. Nachdem so dieser Gegensatz der Bewegungen an den Teilen der Erdoberfläche bei ihrer Drehung um den eigenen Mittelpunkt festgestellt ist, mufs notwendig bei Zusammensetzung dieser täglichen Bewegung mit jener anderen jährlichen eine bald beschleunigte, bald in demselben Mafse verzögerte absolute Bewegung für die Teile der Erdoberfläche resultieren. Dies ergiebt sich augenscheinlich, wenn man zuerst die Teile bei D betrachtet, deren Bewegung absolut ge-



Die Teile eines um seinen Mittelpunkt gleichförmig bewegten Kreises führen zu verschiedenen Zeiten entgegengesetzte Bewegungen aus.

Die Zusammensetzung von jährlicher und täglicher Bewegung verursacht die ungleichförmige Bewegung der Teile des Erdballs.

nommen am schnellsten sein wird, da sie durch Zusammensetzung zweier gleichgerichteten, von rechts nach links gehenden Bewegungen entsteht; die eine derselben ist ein Stück der jährlichen Bewegung, wie sie allen Teilen der Erdkugel gemeinsam ist; die andere ist die Bewegung des Punktes *D* selbst, der vermöge der täglichen Rotation gleichfalls nach links hin fortgeführt wird, sodafs in diesem Falle die tägliche Bewegung die jährliche verstärkt und beschleunigt. Das Umgekehrte findet auf der gegenüberliegenden Seite bei *F* statt. Diese wird infolge der gemeinsamen jährlichen Bewegung samt dem ganzen Erdball nach links hin geführt, durch die tägliche Umdrehung hingegen auch nach rechts, sodafs die tägliche Bewegung in Abzug von der jährlichen zu bringen ist; daher wird also die absolute Bewegung, die aus der Zusammensetzung beider resultiert, bedeutend verzögert. In der Nähe der Punkte *E* und *G* endlich behält die absolute Bewegung etwa den gleichen Betrag wie die einfache jährliche, insofern die tägliche der letzteren nichts oder nur sehr wenig hinzufügt oder benimmt, da sie weder zur linken, noch zur rechten, sondern nach unten und oben gerichtet ist. Wir kommen somit zu dem Schlusse: wie einerseits zwar die Bewegung des ganzen Erdballs und jedes seiner Teile gleichmäfsig und einförmig wäre, wenn diese nur eine Bewegung besäfsen, sei es nun die jährliche oder die tägliche, so müssen andererseits doch bei Zusammensetzung beider Bewegungen ungleichförmige Bewegungen der Teile des Erdballs entspringen, bald beschleunigte, bald verzögerte, vermöge der zu der jährlichen Kreisbewegung hinzukommenden oder von ihr in Abzug zu bringenden täglichen Umdrehung. Wenn es also richtig ist — und es ist gewifs richtig, wie die Erfahrung lehrt — dafs eine Beschleunigung und Verzögerung bei der Bewegung des Gefäfses das darin befindliche Wasser der Länge nach hin- und herströmen läfst und an den Enden ein Steigen und Fallen bewirkt, wer wird Bedenken gegen die Ansicht erheben wollen, dafs eine solche Wirkung bei dem Meereswasser eintreten kann, ja eintreten mufs? Ist doch dieses auch in Becken enthalten, die den nämlichen Modalitäten unterworfen sind, zumal wenn ihre Längsrichtung sich übereinstimmend mit der Bewegungsrichtung der Becken von West nach Ost erstreckt. Damit ist die hauptsächliche und ursprüngliche Ursache der Gezeiten angegeben, ohne welche besagte Erscheinung überhaupt nicht einträte. Nun aber ändern die besonderen Umstände, die sich an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten zeigen, mannigfach ab; diese müssen durch verschiedene andere Begleitursachen bedingt sein, welche allerdings sämtlich mit der ursprünglichen Ursache in Zusammenhang stehen werden. Darum ist es angezeigt, die verschiedenen Umstände aufzu-

Hauptsächliche und ursprüngliche Ursache von Ebbe und Flut

zählen und zu prüfen, welche jene verschiedenen Wirkungen hervorbringen können.

Verschiedene Ebbe und Flut begleitende Umstände. Erster Umstand.

Da ist erstlich der folgende Umstand: sobald das Wasser vermöge einer merklichen Verzögerung oder Beschleunigung bei der Bewegung seines Behälters veranlafst worden ist, nach dem oder jenem Ende hinzuströmen, an dem einen also gestiegen, an dem anderen gefallen ist, so wird es diese Lage nicht beibehalten, nachdem die ursprüngliche Ursache aufhört zu wirken; vielmehr wird es vermöge der eigenen Schwere und der natürlichen Neigung sich zu nivellieren und ins Gleichgewicht zu setzen, von selbst geschwind zurückkehren und in seiner Eigenschaft als schwerer und flüssiger Körper nicht nur der Gleichgewichtslage zustreben, sondern von der eigenen Wucht vorwärts getrieben, sie überschreiten und nunmehr sich dort aufstauen, wo es zuvor am niedrigsten stand. Aber auch dabei wird es nicht bleiben, sondern die Flüssigkeit wird abermals umkehren und in mehrfach wiederholtem Hin- und Herströmen uns zu verstehen geben, dafs sie nicht plötzlich von der vormaligen Geschwindigkeit zu einem Aufgeben derselben und zum Ruhezustand sich bequemen will; nur allmählich, Schritt für Schritt, läfst sie ab und bequemt sich ihm an: gerade wie bekanntlich ein an einem Faden hängendes Gewicht, das man einmal aus seinem Ruhezustand d. h. der lotrechten Lage entfernt hat, von selbst dorthin zurückkehrt und zur Ruhe gelangt, aber erst nachdem es vielmals hin und her, vor und zurück durch die Gleichgewichtslage gependelt ist.

Das an einem Ende aufgestaute Wasser kehrt von selbst in die Gleichgewichtslage zurück.

Je kürzer die Gefäfse, um so rascher folgen sich die Schwingungen.

Der zweite wohl zu beachtende Umstand ist der. Die soeben erwähnten periodischen Bewegungen werden in rascherer oder minder rascher Folge ausgeführt je nach der Länge der Gefäfse, in welchem sich das Wasser befindet: bei geringerer Länge sind die Wiederholungen häufiger, bei gröfserer Länge minder häufig, ganz wie in dem analogen Falle der pendelnden Körper, wo die an längerem Faden aufgehängten minder rasch, die an kürzerem Faden aufgehängten rascher ihre Schwingungen wiederholen.[9])

Gröfsere Tiefe bewirkt rascheres Schwingen des Wassers.

Als dritte bemerkenswerte Thatsache ist zu erwähnen, dafs nicht nur die gröfsere oder geringere Länge des Gefäfses eine verschiedene Periode des Hin- und Herschwingens bedingt, sondern dafs auch eine gröfsere oder geringere Tiefe den nämlichen Einfluſs übt. Vergleicht man das Verhalten des Wassers in Behältern von gleicher Länge, aber verschiedener Tiefe, so wird die Schwingungsdauer in dem tieferen Gefäfse kürzer sein, in dem seichten dagegen die Wiederholung des Hin- und Hergangs minder häufig stattfinden.

Viertens verdienen die beiden folgenden Erscheinungen, welche bei

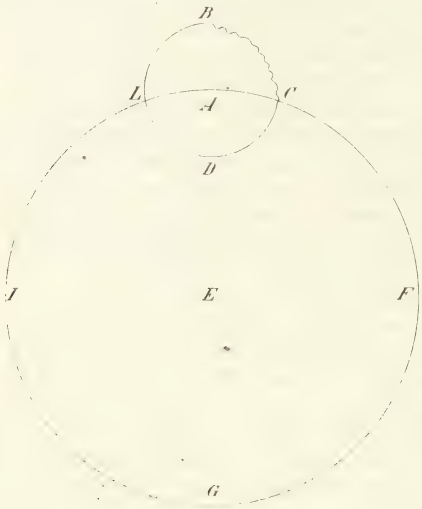
jenem Schwanken des Wassers hervortreten, bemerkt und sorgfältig beobachtet zu werden: einmal das abwechselnde Steigen und Fallen an den beiden Gefäfsenden, sodann eine Art von horizontalem Vor- und Rückwärtsgehen oder -strömen. Diese beiden verschiedenen Bewegungen haften in verschiedenem Grade an verschiedenen Teilen des Wassers: die äufsersten Teile nämlich heben und senken sich am bedeutendsten, die Mitte bewegt sich absolut gar nicht auf- oder abwärts; die übrigen Teile heben und senken sich stufenweise umsomehr, je näher sie den äufsersten Enden liegen. Umgekehrt hingegen kommt den mittleren Teile in hohem Grade jene zweite nach vor- und rückwärts gerichtete fortschreitende Bewegung zu, indem sie hin- und herlaufen; das Wasser an den äufsersten Enden aber leistet in dieser Beziehung nichts, es sei denn dafs es beim Steigen über den Rand hinaus sich erhebt und das anfängliche Bett oder den Behälter verläfst. Wo hingegen die Wände ein unübersteigliches Hindernis bilden, da hebt und senkt es sich nur, während nach wie vor die mittleren Teile hin- und herströmen. Bis zu gewissem Grade thun dies auch die übrigen Teile, sie zeigen um so stärkere oder schwächere Strömung, je näher der Mitte oder je entfernter von ihr sie gelegen sind.

Das Wasser steigt und fällt an den Enden des Gefäfses und strömt in den mittleren Partieen.

Die fünfte Besonderheit verdient um so sorgsamere Beachtung, als es uns unmöglich ist, durch wirklich ausgeführten Versuch ihre Wirkung nachzuahmen;[10]) es handelt sich um folgendes. Wenn unsere künstlich angefertigten Gefäfse sich bald rascher, bald weniger rasch bewegen, so wird sich die Beschleunigung und Verzögerung stets in derselben Weise am ganzen Gefäfse wie an jedem seiner Teile geltend machen. Wenn z. B. die Bewegung der Barke eine Hemmung erleidet, so betrifft die Verzögerung den vorangehenden Teil nicht in höherem Mafse als den nachfolgenden, sie beteiligen sich vielmehr sämtlich in gleicher Weise an derselben. Das nämliche gilt für den Fall der Beschleunigung: sobald man der Barke neuerdings Anlafs zu gröfserer Geschwindigkeit giebt, wird Bug und Hinterteil in gleicher Weise beschleunigt. In den ungeheueren Gefäfsen aber, welche die Meeresbecken darstellen, wiewohl auch sie nichts Anderes sind als einige Höhlungen der festen Erdmasse, trifft es sich wunderbarerweise, dafs ihre Enden nicht vereint, gleichmäfsig und in denselben Zeitmomenten an Geschwindigkeit zu- und abnehmen; sondern wenn das eine der beiden Enden vermöge der gemeinsamen Wirkung der jährlichen und täglichen Umdrehung eine bedeutende Verzögerung erfährt, so ist das andere Ende noch mit der höchsten Geschwindigkeit behaftet und ausgestattet. — Zur Erleichterung des Verständnisses wollen wir nochmals die vorhin gezeichnete Figur betrachten. Denken wir uns in

Besonderheit bei der Erdbewegung, welche sich unmöglich künstlich veranschaulichen läfst

dieser einen Meeresstrich z. B. von Gröfse eines Viertelkreises, wie etwa längs des Bogens BC, so ist, wie oben auseinandergesetzt, die Bewegung der Teile bei B am schnellsten, weil die sie zusammensetzenden Bewegungen der täglichen und jährlichen Drehung hier gleichgerichtet sind; der Teil C hingegen ist dann in langsamerer Bewegung begriffen, da er die durch die tägliche Rotation bedingte fortschreitende Bewegung nicht besitzt. Denken wir uns also, ich wiederhole es, einen Meerbusen von Länge des Bogens BC, so sehen wir nun, wieso seine beiden Enden sich gleichzeitig in sehr verschiedenartiger Weise bewegen müssen. Am stärksten verschieden würden die Geschwindigkeiten innerhalb eines Meeresstrichs von der Gröfse eines Halbkreises sein, der so liegt wie der Bogen BCD; das Ende B nämlich würde sich in raschester Bewegung befinden, das Ende D hingegen in langsamster Bewegung begriffen sein; die dazwischen gelegenen Partieen bei C endlich besäfsen eine mittlere Geschwindigkeit. Je kürzer besagte Meeresstriche sind, um so weniger wird ihnen jene sonderbare Eigentümlichkeit zukommen, einige Stunden des Tages über an verschiedenen Stellen einen verschiedenen Grad von Geschwindigkeit zu besitzen. Wenn wir nun schon, wie im erst betrachteten Falle, durch eine einfache Beschleunigung und Verzögerung ein Hin- und Herströmen des Wassers bewirkt sehen, wiewohl alle Teile des Behälters gleichmäfsig davon betroffen werden, was für Erscheinungen sollen wir gar in einem so wunderbar angeordneten Gefäfse erwarten, dessen verschiedene Teile ungleiche Verzögerungen und Beschleunigungen erfahren? Bestimmt läfst sich nur soviel sagen, dafs damit in vermehrter, um so merkwürdigerer Weise Anlafs zu noch seltsamerer Erregung der Gewässer gegeben ist. Mag es vielen auch unmöglich erscheinen, durch künstliche Apparate und Gefäfse die Wirkungen eines solchen Umstandes experimentell zu prüfen, so ist es



doch nicht ganz unmöglich. Ich besitze den Entwurf eines Apparates, an welchem gerade die Wirkung dieser merkwürdigen Zusammensetzung von Bewegungen sich veranschaulichen läfst.[11]) Was indessen den vorliegenden Gegenstand betrifft, so reicht das theoretische Verständnis des bisher Vorgetragenen aus.

Sagr. Ich für mein Teil verstehe sehr wohl, dafs dieser eigentümliche Umstand sich notwendig in den verschiedenen Meerbusen geltend machen mufs, welche eine bedeutende Längenerstreckung von West nach Ost besitzen, nämlich in Übereinstimmung mit der Bewegungsrichtung des Erdballs. Da dieser Umstand gewissermafsen unvorstellbar ist und nicht seines Gleichen bei den von uns ausführbaren Bewegungen hat, so finde ich es nicht anstöfsig, dafs er Wirkungen hervorbringt, die man durch künstliche Versuche nicht nachzuahmen vermag.

Salv. Nach diesen Erläuterungen haben wir nunmehr zu der Prüfung der verschiedenen Besonderheiten zu schreiten, die sich beim Spiel von Ebbe und Flut beobachten lassen. Zunächst darf es uns nicht auffallen, dafs in Seen, Teichen und selbst in kleinen Meeren keine merkliche Ebbe und Flut stattfindet. Dies hat zwei sehr triftige Gründe: einmal werden wegen der Kürze des Gefäfses die verschiedenen Stufen der Geschwindigkeit, welche es zu verschiedenen Tageszeiten annimmt, mit einem geringfügigen Unterschiede von allen seinen Teilen durchlaufen; aber die vorangehenden wie die nachfolgenden, d. h. die östlichen und die westlichen, erfahren fast die nämliche Beschleunigung und Verzögerung. Überdies gehen diese Änderungen ganz allmählich vor sich, es stellt sich nicht plötzlich ein Hemmnis, eine Verzögerung in den Weg; und ebensowenig findet momentan eine bedeutende Beschleunigung des Wasserbeckens statt; vielmehr prägt sich ihm in allen seinen Teilen derselbe Grad von Geschwindigkeit langsam und gleichmäfsig ein, woraus sich ergiebt, dafs auch das darin befindliche Wasser ohne viel Widerstreben und Sträuben dieselben Eindrücke in sich aufnimmt, demnach nur eine schwache Spur von Steigen und Fallen infolge des Strömens nach dem einen oder anderen Ende hin wahrzunehmen ist. Dieselbe Erscheinung stellt sich auch in kleineren künstlichen Gefäfsen deutlich ein; in ihnen nimmt sämtliches Wasser die gleichen Grade von Geschwindigkeit an, solange die Beschleunigung oder Verzögerung in ruhiger gleichförmiger Weise sich steigert. Bei denjenigen Meerbusen aber, die sich auf grofse Entfernung in ost-westlicher Richtung erstrecken, ist die Beschleunigung oder Verzögerung sehr viel merklicher: ist doch in diesem Falle gleichzeitig das eine Ende in stark verzögerter Bewegung, wäh-

Erklärung der Besonderheiten, die sich bei dem Spiele von Ebbe und Flut beobachten lassen.

Doppelte Ursache für das Nichteintreten von Ebbe und Flut bei kleineren Meeren und in Seen.

rend das andere noch in schnellster Bewegung begriffen ist. Die zweite Ursache ist das wechselseitige Schwanken des Wassers, welches von dem Antrieb herrührt, der ihm durch die Bewegung seines Behälters mitgeteilt worden ist; diese Schwankungen zeigen, wie bemerkt, eine viel häufigere Wiederkehr der Schwingungen in kleineren Gefäfsen. Obschon nun die Erdbewegungen unmittelbar nur eine von 12 zu 12 Stunden wiederholte Anregung zur Bewegung des Wassers geben, insofern nur einmal des Tags Höhepunkte in der Verzögerung oder Beschleunigung erreicht werden, so tritt doch jene zweite Ursache in Kraft, welche auf der Schwere des Wassers beruht und dieses ins Gleichgewicht zurückzubringen strebt; und zwar sind je nach der Kürze des Gefäfses die Schwingungen von ein-, zwei-, dreistündiger Dauer u. s. w. Diese Wirkung nun trifft mit der ersten, die schon an und für sich in kleineren Gefäfsen sehr unbedeutend ist, zusammen und macht sie völlig unmerklich; denn ohne dafs die von der ursprünglichen Ursache hervorgerufene Erregung sich schon völlig mitgeteilt hätte, da sie eine 12-stündige Periode besitzt, tritt bereits mit gegenteiligem Erfolge jene andere sekundäre, auf dem eigenen Gewichte des Wassers beruhende Ursache in Wirksamkeit, deren Periode ein-, zwei-, dreistündig ist. Diese arbeitet der ursprünglichen entgegen, stört und beseitigt ihre Wirkung, ohne sie bis zum Höhepunkte oder auch nur bis zur Hälfte ihrer Wirksamkeit gelangen zu lassen. Infolge solchen Widerspiels wird die Erscheinung der Gezeiten ganz aufgehoben oder doch wesentlich verdunkelt. Ich sehe ab von den beständigen Luftströmungen, welche die Wasseroberfläche beunruhigen und uns ein sehr geringes Steigen oder Fallen um einen halben Zoll oder einen noch geringeren Betrag nicht mit Sicherheit ermitteln lassen, wie ein solches vielleicht wirklich in Meerbusen und Wasserbecken stattfindet, die höchstens eine Länge von ein bis zwei Grad haben.

Grund, weswegen Ebbe und Flut meist von sechs zu sechs Stunden stattfindet

Ich gehe zweitens dazu über, das Bedenken zu beseitigen, wieso einerseits das primäre Princip dem Wasser nur von 12 zu 12 Stunden einen Anstofs zur Bewegung giebt, einmal durch ein Maximum und einmal durch ein Minimum der Geschwindigkeit, andererseits aber die Periode der Gezeiten gewöhnlich eine sechsstündige ist. Dazu ist zu bemerken, dafs sothanes Ergebnis unmöglich von der primären Ursache allein abhängen kann, vielmehr sind hierbei die sekundären Wirkungen, also die gröfsere oder geringere Länge der Gefäfse und die gröfsere oder geringere Tiefe des darin befindlichen Wassers, mit zu berücksichtigen. Haben diese Ursachen auch nicht den mindesten Einfluls auf das Zustandekommen der Wasserbewegung, welche einzig und allein der primären Ursache ihr Dasein verdankt, so sind sie

doch von allerwesentlichstem Einfluſs auf die Periodicität der Erscheinung, von so bedeutendem Einfluſs, daſs die Wirkung der primären Ursache dagegen zurücktritt. Die sechsstündige Periode ist somit an und für sich keine natürliche Eigentümlichkeit des Vorgangs, wenigstens nicht in höherem Maſse als eine Periode von anderer Dauer, sondern wahrscheinlich nur die am häufigsten beobachtete, weil sie in unserem mittelländischen Meere herrschend ist und dieses allein während langer Zeiträume befahren wurde. Dabei beobachtet man diese Periode nicht einmal in allen seinen Teilen, insofern an manchen eingeengteren Stellen, wie am Hellespont und im ägäischen Meere die Zeitintervalle viel kürzer und von einander sehr verschieden sind. Diese Verschiedenheiten und ihre dem Aristoteles unbegreiflichen Ursachen sollen nach einigen diesen, nachdem er lange von gewissen Klippen Negropontes aus Beobachtungen angestellt hatte, veranlaſst haben, sich aus Verzweiflung ins Meer zu stürzen und freiwillig den Tod in den Wellen zu suchen.[12])

Drittens ist für uns sehr leicht zu erklären, warum manches Meer, wie z. B. das rote, obgleich von bedeutender Länge, dennoch fast ganz der Ebbe und Flut entbehrt. Es rührt dies daher, daſs seine Längenerstreckung nicht von Ost nach West gerichtet ist, sondern von Südost nach Nordwest. Die Bewegungen der Erde aber gehen von West nach Ost; der Anstoſs, den die Gewässer empfangen, trifft somit stets auf die Meridiane, nicht aber geht er von Parallelkreis zu Parallelkreis. Es haben also die Meere, die sich der Länge nach gegen die Pole hin erstrecken, die in anderer Richtung hingegen schmal sind, keine Veranlassung Ebbe und Flut zu zeigen, es sei denn mittelbar durch die Verbindung mit einem anderen Meere, das den Gezeiten in bedeutendem Maſse unterworfen ist.

Grundsätzlich manche Meere trotz ihrer bedeutenden Länge keine Gezeiten haben.

Wir werden viertens sehr leicht die Gründe begreifen, weswegen die Gezeiten, soweit es sich um ein Steigen und Fallen des Wassers handelt, am stärksten an den äuſsersten Enden der Meerbusen auftreten, am schwächsten hingegen in den mittleren Teilen, wie uns die tägliche Erfahrung lehrt. Hier in Venedig, am Ende des adriatischen Meeres beträgt der Unterschied im Wasserstande gewöhnlich fünf bis sechs Fuſs, hingegen an den von den Enden weit entfernten Orten des mittelländischen Meeres, wie bei den Inseln Korsika und Sardinien und an den Küsten in der Gegend von Rom oder Livorno beträgt die Differenz nicht mehr als einen halben Fuſs. Ebenso werden wir umgekehrt begreifen, warum dort, wo das Steigen und Fallen geringfügig ist, das Hin- und Widerströmen eine bedeutende Stärke erreicht. Es ist leicht, sage ich, die Ursache dieser Verhältnisse einzusehen, weil

Warum die Gezeiten am stärksten an den Enden der Meerbusen, am schwächsten in den mittleren Teilen auftreten

wir eine deutliche Bestätigung in jedwedem künstlichen Gefäfse vorfinden, wo dieselben Erscheinungen sich von selbst einstellen, sobald wir es ungleichförmig d. h. bald schneller, bald langsamer bewegen.

Warum in Meerengen die Strömungen rascher sind als an offenen Stellen.

Wenn wir ferner fünftens erwägen, dafs ein und dieselbe Wassermenge, welche sich nur langsam durch ein geräumiges Bett hinbewegt, beim Passieren eines engen Kanals notwendig eine bedeutende Geschwindigkeit erlangen mufs, so wird es uns nicht schwer fallen die Ursache der starken Strömungen zu begreifen, welche in dem engen Kanale zwischen Kalabrien und Sizilien stattfinden. Denn sämtliches von dieser grofsen Insel und vom Ionischen Meerbusen im östlichen Teile des Meeres zurückgehaltene Wasser fliefst in letzterem seiner Geräumigkeit wegen allerdings nur langsam hinab, in der schmalen Meerenge aber zwischen Scylla und Charybdis hat es starke Strömung und grofse Geschwindigkeit, sodafs es eine mächtige Erregung verursacht. Ähnlich, nur noch grofsartiger, hat man sich die Vorgänge zwischen Afrika und der grofsen Insel San Lorenzo zu denken, welche die Gewässer zweier mächtigen Meere, des indischen und äthiopischen trennt, sodafs diese bei ihren Strömungen sich in einen engeren Kanal zwischen die Insel und die äthiopische Küste zwängen müssen. Am gewaltigsten aber müssen die Strömungen in der Magelhaensstrafse sein, welche die beiden ungeheueren Ozeane, den äthiopischen und die Südsee verbindet.[13])

Es wird von einigen verborgeneren Eigentümlichkeiten gehandelt, die sich bei Ebbe und Flut beobachten lassen

An sechster Stelle nun ist es erforderlich, um Rechenschaft von einigen hierher gehörigen versteckteren und auffallenderen Thatsachen geben zu können, dafs wir eine weitere wichtige Überlegung betreffs der beiden Hauptursachen der Gezeiten anstellen, indem wir ihr gleichzeitiges Wirken, ihre Zusammensetzung ins Auge fassen. Die vornehmste und einfachste derselben ist, wie des öfteren gesagt worden, die bestimmte Beschleunigung und Verzögerung der Teile der Erde, vermöge deren das Wasser in der bestimmten Periode von 24 Stunden einmal nach Osten zu strömen und wieder nach Westen zurückzukehren hätte. Die andere Ursache hängt zusammen mit dem eigenen Gewichte des Wassers, welches, einmal durch die primäre Ursache in Bewegung gesetzt, in wiederholten Schwankungen ins Gleichgewicht zurückstrebt. Diese letzteren sind nicht auf eine festgesetzte, ein für alle Mal bestimmte Zeitdauer beschränkt, sondern haben ebenso verschiedene Dauer, wie die Längen und Tiefen der Behälter und Meerbusen verschieden sind. Infolge dieses zweiten Princips würde das Hin- und Herströmen manchmal eine Stunde, manchmal zwei, vier, sechs, acht, zehn u. s. w. Stunden beanspruchen. Wenn wir nun dazu schreiten, die ursprüngliche Ursache, deren Periode eine ständige Dauer

von 12 Stunden hat, mit einer sekundären zu kombinieren, deren Periode z. B. von fünf zu fünf Stunden geht, so werden zu gewissen Zeiten die primäre und die sekundäre Ursache ihren Impuls übereinstimmend beide in gleicher Richtung erteilen: bei derartiger Vereinigung, bei solch einmütigem Streben möchte ich sagen, werden die Fluten bedeutende Beträge erreichen; wenn zu anderen Zeiten hingegen der primäre Impuls teilweise dem von der sekundären Periode bedingten entgegenwirkt und bei diesem Widerstreit das eine Princip die Wirkung des anderen aufhebt, so werden die Bewegungen des Wassers schwächer sein, das Meer wird sehr ruhig, fast unbewegt bleiben. Wieder in anderen Fällen, wenn die beiden Principien weder ganz im Gegensatze stehen, noch ganz übereinstimmend wirken, werden abermals Änderungen im Wachsen und Abnehmen der Gezeiten eintreten. Auch kann es geschehen, dafs zwei sehr grofse, durch einen engen Kanal in Verbindung stehende Meere in der verbindenden Meerenge aufeinandertreffen, während infolge der vereinigten Wirkung beider Principien das eine gleichzeitig zur Hochflut, das andere zur Ebbe Veranlassung hat. In solchen Fällen finden in dem engen Verbindungskanal ungewöhnlich stürmische, einander entgegengesetzte Bewegungen statt, höchst gefährliche Wirbel und Strudel, über welche denn auch thatsächlich fortwährend Berichte und Erfahrungen vorliegen. Dergleichen zwiespältige Bewegungen, die nicht nur durch die verschiedene Lage und Länge der in Verbindung stehenden Meere, sondern auch wesentlich durch ihre verschiedenen Tiefen entstehen, werden zu gewissen Zeiten mancherlei unregelmäfsige, schwer zu beschreibende Erregungen der Gewässer veranlassen. Die Erklärung derselben hat von jeher den Seeleuten viel Kopfzerbrechens verursacht und thut es noch immer, wenn sie ihnen begegnen und merken, dafs unmöglich Windeskraft oder andere bedeutende Luftstörung die Ursache sein kann. Solche Luftstörungen spielen in anderen Fällen eine wichtige Rolle, sodafs wir diese als dritte Nebenursache zu betrachten haben; sie sind imstande den Charakter der Erscheinungen, welche von den wesentlicheren sekundären Ursachen herrühren, vielfach zu verwischen. Unzweifelhaft vermögen beständig andauernde, heftige Winde, die etwa von Osten wehen, die Wassermasse zurückzustauen und sie am Rückflusse zu verhindern; kommt dann zu bestimmten Stunden die zweite und dritte neue Flutwelle hinzu, so wird sie zu grofser Höhe anschwellen: und so bleibt sie, von dem Druck des Windes ein paar Tage über getragen, in auffallender Höhe stehen und bewirkt ungewöhnliche Überschwemmungen.

Wir müssen nun noch — und dies ist der siebente Punkt —

unsere Aufmerksamkeit auf eine weitere Bewegungsursache richten. Sie beruht auf dem grofsen Wasserreichtum der Flüsse, die in nicht sehr ausgedehnte Meere münden. In diesem Falle sieht man in den mit solchen Meeren zusammenhängenden Meeresstrafsen das Wasser stets in derselben Richtung strömen, wie im Thracischen Bosporus bei Konstantinopel, wo die Strömung stets vom schwarzen Meere nach der Propontis gerichtet ist. In dem schwarzen Meere nämlich sind seiner Kürze wegen die Hauptursachen der Gezeiten wenig wirksam, da sich aber gewaltige Flüsse hinein ergiefsen, so mufs ein solcher Wasserzufluſs durch die Meerenge passieren und abfliefsen, woselbst dann die Strömung sehr merklich wird und stets nach Süden gerichtet ist. Des weiteren ist hier zu beachten, dafs besagte schmale Meeresstrafse trotz ihrer Enge nicht den Störungen unterworfen ist wie die Strafse zwischen Scylla und Charybdis; denn im Norden von ihr liegt das schwarze Meer, südlich davon die Propontis und das ägäische Meer, sowie, obwohl erst in ansehnlicher Entfernung, das mittelländische Meer. Aber noch so lange Meere unterliegen ja, wie wir bemerkt haben, den Gezeiten nicht, sobald sie sich von Nord nach Süd erstrecken. Die sizilische Meerenge hingegen liegt zwischen Teilen des Mittelmeeres, welche auf grofse Entfernungen hin sich von West nach Ost, also in Richtung der Gezeitenströmung erstrecken, daher ist in ihr die Erregung der Gewässer sehr stark. Noch gröfser würde sie zwischen den Säulen des Herkules sein, wenn die Strafse von Gibraltar eine geringere Breite hätte; am allergröfsten aber ist sie nach den vorliegenden Berichten in der Magelhaensstrafse.

Weswegen in manchen engen Meeresstrafsen das Meer immer in derselben Richtung strömt.

Soviel hätte ich Euch vorläufig über die Ursachen jener ersten täglichen Periode von Ebbe und Flut und über die verschiedenen damit zusammenhängenden Nebenumstände mitzuteilen. Sollten dazu irgendwelche Bemerkungen zu machen sein, so mag es geschehen, damit wir nachher über die beiden anderen Perioden, die monatliche und jährliche sprechen können.

Simpl. Es läfst sich, glaube ich, nicht in Abrede stellen, dafs die von Euch angestellte Erwägung sehr überzeugend zu Werke geht, wenn man, wie wir sagen, *ex suppositione* argumentiert, d. h. unter der Voraussetzung, dafs die Erde wirklich mit den beiden ihr von Kopernikus beigelegten Bewegungen behaftet sei. Schliefst man aber sothane Bewegungen aus, so ist alles eitel und hinfällig; die Notwendigkeit aber besagte Hypothese auszuschliefsen wird gerade durch Euere Erwägung nahe gelegt. Unter der Voraussetzung der beiden Erdbewegungen gebt Ihr Rechenschaft von Ebbe und Flut; und umgekehrt im Zirkelschlufs schöpft Ihr aus Ebbe und Flut einen Beleg, eine

Einwand gegen die den Gezeiten zuliebe angenommene Hypothese der Erdbewegung.

Bestätigung dieser selbigen Bewegungen. Um näher auf die Sache einzugehen, so sagt Ihr, das Wasser sei seiner flüssigen Natur halber und weil es nicht fest mit der Erde verbunden ist, nicht gezwungen auf jede Bewegung derselben genau einzugehen; und daraus leitet Ihr die Gezeiten ab. Ich trete in Euere Fufstapfen und argumentiere dem gegenüber folgendermafsen. Die Luft ist sehr viel dünner und flüssiger als das Wasser und steht in noch loserem Zusammenhang mit der Erdoberfläche; denn das Wasser haftet viel fester an der Erde schon um seiner Schwere willen und wegen des daraus folgenden Drucks, welcher den der leichten Luft bei weitem übertrifft; es dürfte also die Luft noch weit weniger den Bewegungen der Erde Folge geben. Wenn sich mithin die Erde in dieser Weise bewegte, so müfsten wir Bewohner der Erde, die wir mit gleicher Schnelligkeit wie diese selbst dahinfliegen, beständig einen uns mit unerträglicher Heftigkeit entgegenwehenden Ostwind verspüren. Dafs dem wirklich so sein müfste, lehrt uns die tägliche Erfahrung; denn wenn bei scharfem Ritte in ruhiger Luft, wo die Geschwindigkeit blofs acht oder zehn Miglien in der Stunde beträgt, schon der Widerstand der Luft sich im Gesicht als starker Wind fühlbar macht, was für Empfindungen soll da erst unser rascher Flug von 800 oder 1000 Miglien in der Stunde entgegen der an dieser Bewegung unbeteiligten Luft erwecken? Trotzdem merken wir von einem solchen Vorgange nicht das geringste.

Erwiderung auf den Einwand gegen die Rotation des Erdballs.

Salv. Auf diesen scheinbar sehr treffenden Einwand erwidere ich, dafs allerdings die Luft dünner und leichter ist und infolge dessen der Erde weniger anhaftet als das Wasser; aber falsch ist der Schlufs, den Ihr aus diesen Prämissen zieht, dafs diese ihre Leichtigkeit, Dünne sie in höherem Grade als das Wasser von der Teilnahme an den Erdbewegungen entbinden müsse und dafs dieses Widerstreben uns, die wir voll und ganz die Bewegungen mitmachen, deutlich fühlbar werden sollte. Das gerade Gegenteil findet vielmehr statt; denn, wenn Ihr Euch recht erinnert, liegt die von uns bezeichnete Ursache darin, dafs das Wasser auf die Ungleichmäfsigkeiten bei der Bewegung seines Behälters nicht eingeht, vielmehr eine vorher erreichte Geschwindigkeit beibehält und sie nicht genau in dem Betrage vergröfsert oder verkleinert, wie es sein Behälter thut. Da also der Widerstand gegen eine Vermehrung oder Verminderung der Geschwindigkeit in dem Bewahren, in dem Beibehalten des anfänglich erlangten Antriebes besteht, so wird der Stoff, der am geeignetsten ist, die Geschwindigkeit beizubehalten, auch am geeignetsten sein, die daraus sich ergebenden Folgen zu zeigen. Wie sehr nun das Wasser geneigt ist, die einmal vor-

Das Wasser besser imstande einen erlangten Antrieb beizubehalten als die Luft

handene Erregung beizubehalten, wenn auch die erregende Ursache zu wirken aufhört, beweist uns das Beispiel des von heftigen Winden tief aufgewühlten Meeres: seine Wogen gehen noch lange hoch, wenn auch die Luft ruhig geworden ist, der Wind sich gelegt hat, wie es bei dem heiligen Sänger so schön heifst: „Gleichwie der Wogenschwall des ägäischen Meeres u. s. w.“ Ein solches Verharren in einer einmal vorhandenen Erregung rührt aber von der Schwere des Wassers her; denn, wie schon früher bemerkt worden ist, sind Körper von geringerem Gewichte zwar leichter in Bewegung zu setzen als schwere, aber sie sind weit weniger imstande, eine eingeprägte Bewegung beizubehalten, wenn die bewegende Ursache zu wirken aufhört. Darum wird allerdings die Luft, da sie an und für sich so dünn und leicht ist, von einer noch so kleinen Kraft ohne jede Schwierigkeit bewegt, hingegen ist sie auch völlig unfähig nach Beseitigung der bewegenden Ursache die Bewegung fortzusetzen. Was also die den Erdball umgebende Atmosphäre betrifft, so wird sie, meine ich, ebenso gut wie das Wasser durch ihr Haften an der Erde in Kreisbewegung versetzt, namentlich der Teil, welcher in Gefäfse eingeschlossen ist, d. h. über Ebenen sich befindet, die von Bergen umgeben sind. Von diesem Teile können wir jedenfalls mit gröfserem Rechte behaupten, dafs er durch die Erhabenheiten der Erdoberfläche fortgerissen werde, als dafs der obere Teil von der Bewegung des Himmels fortgerissen werde, wie Ihr Peripatetiker behauptet.

Körper von geringerem Gewichte sind leichter zu bewegen als schwere, aber weniger geeignet die erlangte Bewegung beizubehalten.

Es ist eher gerechtfertigt, die Atmosphäre von der rauhen Erdoberfläche als von der Bewegung des Himmels bewegt werden zu lassen.

Was ich bisher gesagt habe, begegnet, wie mir scheint, dem Einwande von Signore Simplicio in völlig ausreichender Weise; gleichwohl will ich durch weiteren Gegengrund, durch weitere Erwiderung, die sich auf eine merkwürdige Erfahrungsthatsache gründet, ihn über das Mafs des Notwendigen hinaus zufrieden stellen und für Signore Sagredo die Beweglichkeit des Erdballs noch durch ein ferneres Argument bestätigen. Ich habe gesagt, die Atmosphäre, insbesondere der Teil, der nicht über die höchsten Berggipfel hinausreicht, werde durch die Unebenheit der Erdoberfläche in Rotation versetzt. Daraus scheint sich nun die Folgerung zu ergeben, dafs, wenn die Erde nicht uneben wäre, sondern glatt und poliert, keine Veranlassung vorläge, warum die Luft in Mitleidenschaft gezogen werden und namentlich in so genauer Übereinstimmung mit der Bewegung der Erde stehen sollte. Nun ist aber die Oberfläche unseres Erdballs nicht durchweg rauh und uneben, sondern es sind gröfse sehr glatte Flächen auf ihr vorhanden, nämlich ausgedehnte Meeresoberflächen, die noch obendrein von den sie umrahmenden Gebirgskämmen sehr weit entfernt sind und also, wie es scheint, nicht wohl die darüber lagernde Luft mit sich zu führen

Bestätigung der Erdrotation durch ein neues, auf dem Verhalten der Atmosphäre beruhendes Argument.

vermögen; ist dem aber so, so müfste man auch an solchen Stellen die Folgen davon verspüren.

Simpl. Eben diesen Einwand wollte auch ich zur Sprache bringen; er scheint mir im höchsten Grade treffend.

Salv. Sehr richtig bemerkt; und so kommt es denn, Signore Simplicio, dafs Ihr, weil von den Folgen nichts zu merken ist, die sich im Falle einer kreisförmigen Erdbewegung einstellen müfsten, auf die Unbeweglichkeit der Erde schliefst. Wenn aber diese Euch notwendig scheinende Folge nun in der That zu verspüren wäre, würdet Ihr das als ein Anzeichen oder einen triftigen Beweisgrund für die Beweglichkeit selbigen Erdballs betrachten?

Simpl. In diesem Falle dürft Ihr Euch nicht an mich allein wenden; denn sollte dem so sein, so könnte die Ursache immerhin einem anderen bekannt sein, wenngleich sie mir verborgen ist.

Salv. Danach hat man mit Euch niemals Gewinn-, sondern stets nur Verlustchancen, und es wäre besser gar nicht zu spielen; doch um den dritten Mann nicht im Stiche zu lassen, will ich fortfahren. Wir sagten soeben und ich wiederhole mit einigen Zusätzen, dafs die Luft als dünner, flüssiger, nicht fest mit der Erde verbundener Stoff nur insofern der Bewegung der Erde zu folgen genötigt ist, als die Unebenheiten der Erdoberfläche sie mitreifsen, und dafs letztere nur den nächst benachbarten Teil der Atmosphäre fortführen, der nicht sehr weit die höchsten Bergeshöhen überragt. Dieser Teil wird der Erdrotation um so weniger Widerstand leisten, als er reichlich Dämpfe, Rauch, Dünste enthält, alles Stoffe, die mit irdischen Qualitäten behaftet sind und sich daher von Hause aus für selbige Bewegungen eignen. Wo aber die Bewegungsursachen fehlen, die Erdoberfläche also grofse ebene Strecken aufweist und die Beimischung irdischer Dünste geringer ist, dort kommt der Grund teilweise in Fortfall, um dessentwillen die umgebende Luft sich der Geschwindigkeit der Erdumdrehung vollständig anschliefsen sollte; an solchen Stellen müfste man also, wenn die Erde sich nach Osten dreht, beständig einen von Ost nach West uns entgegenwehenden Wind verspüren; dieses Wehen würde da am merklichsten sein, wo die Drehung der Erde am raschesten von statten geht, also an Stellen, die möglichst entfernt von den Polen und nahe dem gröfsten Kreise der täglichen Rotation liegen. Nun bestätigt aber die Erfahrung *de facto* in hohem Mafse dieses theoretische Ergebnis; denn auf ausgedehnten Meeren, weit vom Lande, in der heifsen Zone, d. h. zwischen den Wendekreisen, wo auch die Erdausdünstungen fehlen, fühlt man fortwährend von Osten her einen Luftzug.[14]) Er ist so beständig, dafs ihm zufolge die Schiffe mit

Der der Erde benachbarte, dunstige Teil der Atmosphäre nimmt an ihren Bewegungen teil.

In den Tropen weht beständig ein Wind nach Westen.

günstigem Fahrwind nach Westindien gelangen; ebenso ist es diesem Umstande zu verdanken, dafs sie von dem mexikanischen Gestade aus unter so günstigen Verhältnissen nach dem für uns östlich, für sie selber aber westlich gelegenen Indien über den stillen Ozean fahren können. Umgekehrt hingegen ist die Fahrt von dort nach Osten schwierig und unsicher, und kann keinesfalls auf demselben Wege unternommen werden; man mufs vielmehr sich der Küste näher halten, um andere, gewissermafsen zufällige, unregelmäfsige Winde aufzusuchen, welche sonstigen Ursachen ihren Ursprung verdanken, Winde, wie wir Binnenländer sie aus beständiger Erfahrung kennen und zu deren Entstehung viele verschiedene Ursachen beitragen, die gegenwärtig aufzuzählen zwecklos sein würde. Diese zufälligen Winde sind diejenigen, welche allenthalben vom Lande her unterschiedslos wehen und welche die vom Äquator ferne gelegenen, sowie die von unebener Erdoberfläche umgebenen Meere heimsuchen: mit anderen Worten solche Meere, die Störungen ausgesetzt sind, welche die ursprüngliche Luftströmung verwischen; ohne jene zufälligen Hindernisse würde die Strömung stets, namentlich auf dem Meere fühlbar sein. So seht Ihr denn, wie die Erscheinungen auf dem Meere und in der Luft wunderbar mit denen am Himmel übereinstimmen und die Beweglichkeit des Erdballs bestätigen.

Fahrt nach Westindien leicht, Rückkehr schwierig.

Landwinde verursachen Meeresstörungen.

Sagr. Auch ich möchte noch, zur Krönung des Gebäudes, auf einen Umstand hinweisen, der Euch unbekannt ist, wie es scheint, und der gleichfalls die nämliche Schlufsfolgerung bestätigt. Ihr, Signore Salviati, habt jene Verhältnisse zur Sprache gebracht, welche die Seeleute in den Tropen vorfinden, nämlich das unausgesetzte, beständige Wehen eines Ostwindes, worüber ich Berichte von Männern habe, die diese Reise wiederholt gemacht haben. Auch weifs ich, was recht bemerkenswert ist, dafs die Seeleute diesen Luftzug gar nicht als einen Wind bezeichnen, sie haben vielmehr eine andere Benennung dafür, die mir augenblicklich nicht einfällt und die wahrscheinlich von seiner festen, beständigen Richtung hergenommen ist. Dies geht soweit, dafs wenn man ihn erst einmal vorgefunden hat, man Haupt- und Nebentaue der Segel festbindet und ohne sich ferner darum zu bekümmern sogar schlafend seine Reise sicher fortsetzen kann. Nun ist aber dieser beständige Luftzug nur infolge seines gleichmäfsigen ununterbrochenen Wehens als solcher erkannt worden; kämen hie und da andere Winde dazwischen, so würde man darin nicht eine besondere, wohl charakterisierte Naturerscheinung erblickt haben. Daraus glaube ich schliefsen zu dürfen, dafs ähnliche Verhältnisse auf unserem Mittelländischen herrschen, sie entziehen sich nur der Beobachtung wegen häufiger Stö-

rungen durch andere hinzukommende Winde. Ich sage dies nicht ohne triftige Gründe, vielmehr sprechen gar manche Umstände dafür; so vermute ich wenigstens auf Grund der Erfahrungen, die ich auf meiner syrischen Reise sammelte, wie ich nach Aleppo als Konsul meiner Vaterstadt ging. Die Sache ist nämlich die: da man specielle Verzeichnisse und Tagebücher über die Abfahrts- und Landungszeiten der Schiffe in den Häfen Alexandria, Alexandrette und hier in Venedig führt, so habe ich aus Neugierde diese in grofser Zahl verglichen und gefunden, dafs durchschnittlich die Rückfahrten hierher, also die Fahrt von Ost nach West über das mittelländische Meer, um 25 Prozent schneller von statten geht als die Reise in umgekehrter Richtung, woraus ersichtlich ist, dafs alles in allem die Ostwinde die Westwinde überwiegen.[15])

Die Reisen auf dem Mittelmeere in ost-westlicher Richtung gehen rascher von statten als die von Westen nach Osten.

Salv. Es ist mir lieb von diesem Umstande erfahren zu haben, der nicht unwesentlich dazu beiträgt, die Erdbewegung zu bestätigen. Und wiewohl man auch sagen könnte, dafs die gesamte Wassermasse des mittelländischen Meeres beständig nach der Strafse von Gibraltar hinströmt, da hier das Wasser so vieler einmündenden Flüsse in den Ozean abgeführt werden mufs, so halte ich doch die dadurch verursachte Strömung nicht für hinreichend, um so merkliche Unterschiede in der Dauer der Fahrt zu bewirken. Dies geht auch aus den Beobachtungen an der Meerenge von Messina hervor, wo das Wasser ebenso stark nach Osten zurück- wie nach Westen hinströmt.

Sagr. Ich, der ich nicht wie Signore Simplicio Anlafs habe anderen, sondern nur mir selbst Genüge zu thun, bin bezüglich dieses ersten Teiles durch das Gesagte zufrieden gestellt. Wenn es Euch also genehm ist, Signore Salviati, fortzufahren, so bin ich bereit Euch anzuhören.

Salv. Ich werde thun, wie Ihr mich heifst. Ich möchte doch aber auch die Ansicht von Signore Simplicio hören, aus dessen Urteil ich entnehmen kann, welches Schicksal meiner Untersuchungen seitens der peripatetischen Schulen harrt, wenn sie je zu deren Kenntnis gelangen sollten.

Simpl. Ich möchte nicht, dafs Euch meine Meinung mafsgebend für die Kritik sein soll, die Ihr von anderer Seite zu erwarten habt. Denn ich bin, wie ich des öfteren bemerkt, auf diesem Wissensgebiete der Geringsten einer; manches dürfte anderen, die in die tiefsten Tiefen der Philosophie eingedrungen sind, beifallen, woran ich nicht denke, der ich gewissermafsen nur bis zur Schwelle des Allerheiligsten gelangt bin. Als eine kühne Ansicht jedoch mufs ich Euch sagen, dafs die von Euch erwähnten Naturerscheinungen auch ohne die Hypothese der Erdbewegung, blofs unter Voraussetzung der Himmelsumdrehung

sehr wohl genügende Erklärung finden können; es bedarf dazu keiner sonstigen Annahme als nur der umgekehrten von der, die Ihr selbst ins Feld führt. Es ist in der peripatetischen Schule die herrschende Ansicht, dafs das Element des Feuers, sowie ein grofser Teil der Atmosphäre vermöge der täglichen Rotation in ost-westlicher Richtung gedreht wird, weil diese Teile sich mit der Höhlung der Mondsphäre, als dem sie enthaltenden Gefäfse, berühren.[16]) Ohne also aus Euerem Geleise mich zu entfernen, nehme ich an, es möge die an dieser Bewegung beteiligte Luft bis zu den Spitzen der höchsten Berge hinabreichen, ja auch bis zur Erde selbst, insoweit jene Berge nicht ein Hindernis bilden. Ganz analog nämlich, wie Ihr behauptet, die von Gebirgen eingeschlossenen Luftmengen würden durch die Unebenheiten der bewegten Erde in Drehung versetzt, so sagen wir umgekehrt, die ganze Atmosphäre werde in die kreisförmige Bewegung des Himmels mit hinein gezogen, ausgenommen derjenige Teil, der am Fufse der Berge gelegen, durch die Unebenheiten der unbewegten Erde zurückgehalten wird. So gut Ihr sagt, dafs mit dem Aufhören der Unebenheiten auch das Mitreifsen der Luft aufhört, ebenso gut können wir sagen, dafs, wenn solche Unebenheiten fehlen, die gesamte Atmosphäre bis zur Erdoberfläche hin ihre Bewegung fortsetzt. Da nun aber die Oberfläche ausgedehnter Meere glatt und eben ist, so macht sich noch bis zum Meeresspiegel herab eine von Osten wehende Luftströmung fühlbar. Dies tritt am stärksten hervor in den Gegenden unter dem Äquator und innerhalb der Wendekreise, da dort die Bewegung des Himmels am schnellsten ist. Ist nun sothane Himmelsbewegung imstande die gesamte freie Luft mit sich zu führen, so ist man auch zu der Ansicht berechtigt, dafs sie dem beweglichen Wasser eben diese Bewegung mitzuteilen vermag, weil es flüssig und an die starre Unbeweglichkeit der Erde nicht gebunden ist. Wir können das um so zuversichtlicher behaupten, als nach Euerem eigenen Zugeständnisse jene Bewegung sehr geringfügig im Vergleich zu der sie hervorrufenden Ursache sein mufs; denn während diese in einem natürlichen Tage den gesamten Erdball und somit in einer Stunde viele Hunderte von Miglien zurücklegt, zumal in der Nähe des Äquators, beträgt die Strömungsgeschwindigkeit auf offenem Meere nur ganz wenige Miglien in der Stunde. Daher werden denn die Fahrten nach Westen bequem und angenehm von statten gehen, nicht nur vermöge des beständigen östlichen Luftzuges, sondern auch infolge der Wasserströmung. Eben aus dieser Strömung mag dann vielleicht auch Ebbe und Flut sich erklären lassen, wenn man gleichzeitig die verschiedenen Lagen der Meeresküsten in Rechnung zieht.[17]) Sobald nämlich das Wasser an

Durch Umkehrung der Argumentation wird bewiesen, dafs die beständige Bewegung der Luft von Ost nach West von der Bewegung des Himmels herrührt.

Die Bewegung des Wassers bedingt durch die Bewegung des Himmels.

Ebbe und Flut möglicherweise durch die tägliche Bewegung des Himmels hervorgerufen.

diese anschlägt, kehrt es vielleicht in entgegengesetzter Bewegung wieder um, wie die Erfahrung uns etwas derartiges bei dem Strömen der Flüsse zeigt: wenn in diesen das Wasser gegen einen vorspringenden Teil des zerrissenen Ufers stöfst oder in eine kesselförmige Vertiefung des Grundes gerät, so prallt es ab und strömt deutlich eine Strecke rückwärts. Aus diesen Gründen, scheint mir, lassen sich eben die Erscheinungen, aus welchen Ihr die Beweglichkeit der Erde folgert und die Ihr durch eben diese Beweglichkeit erklärt, auch mit hinreichender Strenge unter der alten Annahme begründen, dafs die Erde feststehe und der Himmel sich bewege.

Salv. Man kann nicht in Abrede stellen, dafs Euere Ausführungen scharfsinnig sind und etwas Plausibeles haben, jedoch nur dem Anscheine nach, nicht in Wirklichkeit und Wahrheit. Es sind zwei Punkte zu unterscheiden: erstens gebt Ihr Rechenschaft von der beständigen aus Osten wehenden Luft- und einer ähnlichen Wasserbewegung, zweitens wollt Ihr aus eben derselben Quelle die Erklärung der Gezeiten schöpfen. Der erste Teil hat, wie gesagt, einen Schein von Glaubwürdigkeit, wiewohl lange nicht in dem Grade, wie unsere Erklärung mittels der Erdbewegung; der zweite hingegen ist nicht nur unwahrscheinlich, sondern durchaus verfehlt und falsch. Wenn Ihr nämlich, um zunächst den ersten Punkt zu besprechen, sagt, dafs die Höhlung der Mondsphäre das Element des Feuers und die gesamte Atmosphäre bis zu den Spitzen der höchsten Berge mit sich reifse, so entgegne ich erstlich: ob das Element des Feuers dort vorhanden ist, läfst sich bezweifeln;[18]) gesetzt aber, es sei dies der Fall, so ist doch betreffs der Mondsphäre wie aller anderen Sphären noch zweifelhaft, ob es sich um ungeheuere feste Körper handelt oder ob sich nicht vielmehr jenseit der Luftregion ein Raum erstreckt, welcher stetig erfüllt ist mit einer die Luft an Dünne und Reinheit weit übertreffenden Substanz, durch welchen hin die Planeten ihre Bahnen beschreiben. Diese letztere Ansicht bricht sich immer mehr Bahn, sogar bei einem grofsen Teile der Philosophen. Doch dem sei so oder so, es liegt kein Grund vor, warum das Feuer durch die blofse Berührung mit einer nach Euerer Ansicht vollständig glatten Fläche in seiner ganzen Tiefe in eine seinem natürlichen Triebe völlig fremde Drehung versetzt werden sollte: wie im „Goldwäger“[19]) ausführlich dargelegt und mittels sinnlicher Versuche bewiesen worden ist. Das Unwahrscheinliche dieser Annahme wird noch vermehrt dadurch, dafs genannte Bewegung sich von dem aufserordentlich feinen Feuer zu der sehr viel dichteren Luft und von dieser gar bis zum Wasser fortpflanzen soll. Dafs hingegen ein Körper von unebener und gebirgiger Oberfläche bei seiner Drehung

Es ist unwahrscheinlich, dafs das Element des Feuers durch die Höhlung der Mondsphäre fortgerissen wird.

die benachbarte Luft mit in Bewegung setzt, in welche seine Vorsprünge und Spitzen hineinragen, ist nicht nur sehr glaublich, sondern notwendig; man kann es übrigens auch durch den Versuch erhärten, wiewohl schwerlich irgend jemandes Vernunft darein Zweifel setzen wird. Was den anderen Teil Euerer Ausführungen betrifft, so würde, gesetzt auch, die Bewegung des Himmels reifse wirklich die Luft und sogar das Wasser mit sich, dieser Vorgang gleichwohl mit Ebbe und Flut nichts zu schaffen haben. Denn da eine einzige gleichmäfsig wirkende Ursache auch nur eine einzige gleichmäfsige Wirkung hervorbringen kann, so müfste die am Wasser wahrzunehmende Erscheinung darin bestehen, dafs es beständig gleichmäfsig von Ost nach West strömt und zwar nur in einem solchen Meere, das die ganze Erde umgiebt und in sich selbst zurückläuft. In einem begrenzten Meere hingegen, wie in dem nach Osten abgeschlossenen Mittelmeere, würde eine derartige Bewegung nicht stattfinden können; denn wäre der Himmelslauf imstande seine Wassermassen nach Westen fortzutreiben, so müfste es seit unvordenklicher Zeit trocken gelegt sein. Ferner läuft ja in unseren Meeren das Wasser nicht ausschliefslich nach Westen, sondern es kehrt in regelmäfsigen Zwischenräumen nach Osten zurück. Und wenngleich Ihr mit dem Beispiel der Flüsse beweisen wollt, dafs trotz des ursprünglich nach Westen gerichteten Laufs die verschiedene Gestaltung der Ufer einen Teil des Wassers nach rückwärts strudeln kann, so gebe ich das zu; nur müfst Ihr beachten, lieber Signore Simplicio, dafs an Stellen, wo das Wasser aus solcher Ursache rückwärts fliefst, es stets rückwärts fliefst, und wo es geradeaus strömt, es in gleicher Weise stets geradeaus strömt. Das ist es, was das Beispiel der Flüsse uns lehrt. In dem Falle von Ebbe und Flut hingegen handelt es sich darum, eine Ursache zu entdecken und vorzuführen, durch welche an ein und derselben Stelle ein abwechselndes Hin- und Herströmen bewirkt wird. Diese entgegengesetzten, ungleichförmigen Erscheinungen werdet Ihr nimmermehr aus einer einförmigen, unveränderlichen Ursache ableiten. Dieses Argument widerlegt nicht nur aufs schlagendste die Lehre von einer Übertragung der Himmelsbewegung auf das Wasser, sondern auch die Ansicht, wonach blofs eine tägliche Bewegung der Erde existiert und Ebbe und Flut als deren Folgen hingestellt werden.[20]) Da es sich um eine ungleichförmige Wirkung handelt, mufs unweigerlich auch die Ursache ungleichförmig und veränderlich sein.

Ebbe und Flut kann nicht durch die Bewegung des Himmels hervorgerufen werden.

Simpl. Ich weifs darauf nichts zu entgegnen, weder eine eigene Ansicht — dazu reichen meine Gaben nicht aus — noch eine fremde, denn die aufgestellte Ansicht ist zu neu. Doch möchte ich glauben,

dafs wenn sie erst in die Schulen gedrungen ist, es nicht an Philosophen fehlen wird, die sie zu bekämpfen wissen.

Sagr. Wir wollen also diesen Zeitpunkt abwarten und inzwischen, wenn es Signore Salviati recht ist, weiter gehen.

Salv. Alles bisher Vorgetragene bezieht sich auf die tägliche Periode der Gezeiten. Es wurde zunächst im allgemeinen ihre primäre, umfassende Ursache nachgewiesen, ohne welche die Erscheinung überhaupt nicht zustande käme; indem wir dann zu den mannigfachen gewissermafsen regellosen Einzelheiten übergingen, die dabei zu Tage treten, wurden die sekundären, begleitenden Ursachen abgehandelt, durch welche jene bedingt werden. Es folgen nun die beiden anderen Perioden, die monatliche und jährliche; durch sie erwachsen nicht neue, von den bisher betrachteten abweichende Eigentümlichkeiten, sie bewirken nur eine Verstärkung oder Abschwächung der Erscheinungen zu verschiedenen Zeiten des Mondmonats und des Sonnenjahres: scheinbar als ob auch Sonne und Mond bei der Hervorbringung und Erzeugung derselben eine Rolle spielten, eine Annahme, gegen die meine Vernunft sich aufs äufserste sträubt. Wenn ich sehe, wie die Bewegung der Meere eine rein örtliche, sinnlich greifbare Erscheinung innerhalb einer ungeheueren Wassermasse ist, kann ich mich nicht entschliefsen, an den Einflufs des Lichtes, an temperierte Wärme, an das Wirken verborgener Qualitäten[21]) und an ähnliche nichtige Phantastereien zu glauben. Eher als dafs solche Dinge die Ursache des Fliefsens der Meereswasser sind, dürften umgekehrt Flüsse und Blutwallungen jene hervorbringen, nämlich sie in das Gehirn von Leuten treiben, die lieber prunkhafte Worte im Munde führen, als das geheimste Wirken der Natur durchdenken und erforschen. Leute dieses Schlags, statt jenes weise, offene und bescheidene Wort „Ich weifs es nicht" auszusprechen, lassen ihren Lippen und ihrer Feder lieber die ärgsten Ungeheuerlichkeiten entschlüpfen. Man beachte blofs, dafs derselbige Mond und dieselbige Sonne weder mit ihrem Lichte noch mit ihrer Bewegung, weder mit intensiver noch mit temperierter Wärme auf kleinere Wasserbecken irgendwelchen Einflufs üben; man überzeuge sich, dafs man das Wasser nahezu kochen mufs, um es zum Steigen zu bringen; kurz man berücksichtige, dafs wir auf keine Weise künstlich die Bewegung der Gezeiten nachahmen können aufser durch die Bewegung des Gefäfses: kann man sich da nicht mit voller Gewifsheit sagen, dafs alle anderen angeblichen Ursachen dieser Erscheinungen eitele Phantasieen sind und weit ab vom Ziele treffen? Inzwischen sage ich: wenn wirklich einer Wirkung nur eine ursprüngliche Ursache entspricht, wenn wirklich zwischen Ursache und Wir-

Abänderungen in den Wirkungen weisen auf Abänderungen in den Ursachen hin

kung eine feste, beständige Verknüpfung besteht, so mufs auch jeder festen, beständigen Abänderung in der Wirkung, die man wahrnimmt, eine feste, beständige Abänderung auf seiten der Ursache entsprechen. Da nun die Modifikationen, unter welchen Ebbe und Flut zu verschiedenen Zeiten eines Jahres und eines Monats auftreten, feste beständige Perioden besitzen, so mufs in denselben Zeitintervallen notwendig eine mäfsige Abänderung an der ursprünglichen Ursache von Ebbe und Flut stattfinden. Weiter ist die Änderung, welche sich in genannten Fristen an den Gezeiten zeigt, nur eine quantitative, d. h. das Steigen und Fallen ist bald bedeutender, bald geringer, die Strömung bald stärker, bald schwächer. Die ursprüngliche Ursache von Ebbe und Flut mufs also innerhalb jener bestimmten Fristen bald eine gröfsere, bald eine geringere Stärke besitzen. Nun haben wir aber bereits bewiesen, die Ungleichförmigkeit oder die verschiedene Geschwindigkeit bei der Bewegung der Wasserbecken sei die erste Ursache von Ebbe und Flut; dementsprechend mufs daher von Zeit zu Zeit jene Ungleichförmigkeit innerhalb weiterer Grenzen sich geltend machen, mit anderen Worten sie mufs bald gröfser, bald kleiner sein. Erinnern wir uns nun, dafs die Ungleichförmigkeit oder die veränderliche Geschwindigkeit der Gefäfse, d. h. der verschiedenen Teile der Erdoberfläche, daraus hervorgeht, dafs dieselben eine zusammengesetzte Bewegung besitzen, welche aus der Paarung der dem ganzen Erdball eigentümlichen täglichen mit der jährlichen Bewegung entspringt; erinnern wir uns ferner, dafs die Wirkung der täglichen Rotation die der jährlichen bald verstärkt, bald abschwächt, dafs sie auf diese Weise die Ungleichförmigkeit der zusammengesetzten Bewegung zustande bringt und dafs in diesem abwechselnden Zusammen- und Entgegenwirken die ursprüngliche Ursache der ungleichförmigen Bewegung der Gefäfse, also auch die Ursache von Ebbe und Flut, besteht. Fände also der Wechsel zwischen Verstärkung und Abschwächung der jährlichen Rotation seitens der täglichen immer in gleichem Verhältnis zu ersterer statt, so würde allerdings beständiger Anlafs zum Spiel von Ebbe und Flut vorhanden sein, doch würde dieses Spiel fortwährend in gleicher Weise sich wiederholen. Uns liegt jedoch die Aufgabe ob, eine Ursache zu suchen dafür, dafs Ebbe und Flut zu verschiedenen Zeiten verschiedene Gröfse besitzen. Wollen wir also an der Identität der Ursache festhalten, so haben wir nach einem Umstande zu forschen, welcher jene Verstärkungen und Abschwächungen derart beeinflufst, dafs die davon abhängigen Erscheinungen bald mehr, bald weniger intensiv auftreten. Aber eine solche gröfsere oder geringere Wirksamkeit kann, soweit ich sehe, nur durch die Annahme erklärt werden, dafs der Betrag der Verstärkung oder

Ausführliche Erörterung der Ursachen der monatlichen und jährlichen Periode von Ebbe und Flut.

Die monatliche und jährliche Abänderung der Gezeiten kann nur herrühren von einer Änderung in dem Betrag der Verstärkung und Abschwächung, welche die jährliche Periode seitens der täglichen erfährt.

Abschwächung selbst bald gröfser, bald kleiner ist, dafs also die Beschleunigung und die Verzögerung der zusammengesetzten Bewegung bald in einem stärkeren, bald in einem schwächeren Mafse stattfindet.

Sagr. Ich fühle mich von sanfter Hand weiter geführt; aber wiewohl ich auf dem Wege nicht strauchele, so weifs ich doch nicht, einem Blinden gleich, wohin ich unter Euerer Führung gelange, und habe keine Ahnung, welchem Ziele die Fahrt zusteuert.

Salv. Mag auch das Mifsverhältnis zwischen meiner langsamen Art der Entwicklung und Euerem raschen Verständnis grofs sein, so wundere ich mich doch nicht, dafs Euer Scharfsinn in dem vorliegenden besonderen Falle den dichten, finsteren Nebelschleier noch nicht zu durchdringen vermag, der das Ziel der Reise einstweilen verbirgt. Ich bin nicht erstaunt, denn ich erinnere mich, wieviel Stunden, Tage, ja Nächte ich mit dieser Untersuchung verbracht habe. Wieviele Male habe ich nicht in heller Verzweiflung darüber, dafs ich nicht zum Ziele kommen konnte, mich nach Art des unglückseligen Roland zu trösten gesucht, es möchte vielleicht nicht wahr sein, was doch das Zeugnis so vieler glaubwürdiger Menschen mir vor Augen führte.[22]) Wundert Euch also nicht, wenn Ihr diesmal, Euerer Gewohnheit zuwider, nicht das Ziel im voraus erblickt; thut Ihr es aber dennoch, so glaube ich, der Ausgang, meines Bedünkens ein sehr unvermuteter Ausgang, wird Euch das Staunen benehmen.

Sagr. So danke ich denn Gott, dafs durch seine Fügung die Verzweiflung Euch nicht in dasselbe Schicksal getrieben, das der Sage nach über den armen Roland kam, noch auch in dasjenige, welchem Aristoteles nach ebenso unverbürgter Sage verfiel; denn auf diese Weise gehen ich und die Welt einer ebenso verborgenen als erwünschten Entdeckung nicht verlustig. Ich bitte Euch also, stillt so bald als möglich meinen gierigen Hunger.

Salv. Ihr seht mich bereit, Eueren Wunsch zu erfüllen. Wir waren auf das Problem gekommen, wieso die Verstärkung und Abschwächung der jährlichen Bewegung durch die tägliche Rotation bald in gröfserem, bald in geringerem Verhältnisse erfolgt. Denn diese Verschiedenheit und diese allein konnte die monatlichen und jährlichen Änderungen erklären, welche erfahrungsgemäfs die Höhe der Gezeiten erleidet. Ich ziehe nunmehr in Betracht, dafs dieses Verhältnis der Verstärkung und Abschwächung der jährlichen Kreisbewegung seitens der täglichen Rotation auf dreierlei Weise bald gröfser, bald kleiner sein kann. Einmal kann die Geschwindigkeit der jährlichen Bewegung wachsen oder sich vermindern, während die Verstärkung und Abschwächung vermöge der täglichen Rotation ein und denselben Be-

Das Verhältnis der Verstärkung und Abschwächung der jährlichen Bewegung seitens der täglichen Rotation kann in dreierlei Weise Änderungen erfahren.

trag beibehält. Die jährliche Bewegung ist nämlich auch an dem Äquator dreimal so grofs oder so rasch als die tägliche[23]; wenn wir jene also noch weiter vergröfsern, so werden die Verstärkungen oder Abschwächungen seitens der täglichen Rotation eine verhältnismäfsig geringere Änderung hervorrufen; macht man erstere aber umgekehrt langsamer, so wird sie verhältnismäfsig stärker beeinflufst. Denn fügt man zu einer Geschwindigkeit im Betrage von 20 Grad eine Geschwindigkeit von 4 Grad hinzu oder zieht eine eben solche ab, so ändert das nicht soviel an der Bahn des sich bewegenden Körpers als ein Mehr oder Weniger von 4 Grad Geschwindigkeit bei einer Geschwindigkeit von 10 Grad. Die zweite Art besteht darin, dafs man die Verstärkung und Abschwächung selbst gröfser oder kleiner macht, während man der jährlichen Bewegung stets die gleiche Geschwindigkeit beläfst. Dies ist sehr leicht zu verstehen, denn es ist klar, dafs eine Geschwindigkeit von z. B. 20 Grad eine stärkere Änderung durch ein Plus oder Minus von 10 Grad Geschwindigkeit als durch ein solches von 4 Grad erfährt. Die dritte Art und Weise endlich ist die, dafs jene beiden sich vereinigen, die jährliche Bewegung also sich verlangsamt, während die tägliche Verstärkung und Abschwächung sich vermehrt. Bis hierher zu gelangen, ist, wie Ihr seht, nicht schwierig; wohl aber hat es mir viel Mühe gekostet ausfindig zu machen, wie dies von der Natur bewerkstelligt wird. Schliefslich jedoch habe ich die wunderbare, beinahe unfafsbare Weise entdeckt, in der sie dabei verfährt; wunderbar und unfafsbar, sage ich, für uns, nicht aber für sie, die auch Dinge, welche unseren Geist mit höchstem Staunen erfüllen, mit gröfster Leichtigkeit und Einfachheit zustande bringt: was zu verstehen uns so schwer fällt, ist ihr ein Leichtes auszuführen. Ich fahre nun fort: nachdem ich gezeigt habe, wie das Verhältnis zwischen der Verstärkung und Abschwächung der Rotationsbewegung zu der jährlichen Bewegung zwiefach gröfser und kleiner werden kann — ich sage zwiefach, denn die dritte Weise ergiebt sich durch vereinigte Wirkung der beiden anderen — füge ich nun hinzu, dafs die Natur sich beider Mittel bedient; ich bemerke des weiteren, dafs bei Verwendung von nur einem notwendig eine der beiden periodischen Änderungen in Wegfall käme. Die monatliche Periode würde aufhören, wenn die jährliche Bewegung sich nicht änderte; hätte hingegen die Verstärkung und Abschwächung seitens der täglichen Rotation beständig gleichen Betrag, so würde die jährliche Periode fehlen.

Die Natur vermag mit gröfster Leichtigkeit Dinge auszuführen, deren Verständnis für uns höchst schwierig ist.

Wenn die jährliche Bewegung sich nicht änderte, würde die monatliche Periode aufhören; wenn die tägliche Bewegung sich nicht änderte, würde die jährliche Periode aufhören.

Sagr. Der monatliche Wechsel von Ebbe und Flut soll also durch Änderungen in der jährlichen Bewegung der Erde bedingt sein,

und die jährliche Periode der Ebbe und Flut sich von der Verstärkung und Abschwächung der täglichen Rotation herschreiben? Jetzt bin ich in gröfserer Verwirrung als je zuvor und habe ganz die Hoffnung aufgegeben, ein Geflechte zu begreifen, das mir verwickelter scheint als der gordische Knoten. Ich beneide Euch, Signore Simplicio, denn aus Euerem Schweigen entnehme ich, dafs Ihr die ganze Sache versteht und frei seid von der Verwirrung, die meinen Geist so arg verstrickt.

Simpl. Ich glaube es gerne, dafs Ihr verwirrt seid, Signore Sagredo, wie ich auch die Ursache dieser Verwirrung zu kennen glaube. Sie rührt meines Bedünkens daher, dafs Ihr den bisherigen Vortrag Signore Salviatis teilweise versteht und teilweise nicht. Es ist auch richtig, dafs ich diese Verwirrung nicht teile, aber nicht darum, weil ich, wie Ihr meint, das ganze verstünde, nein, im Gegenteil, weil ich nichts davon begreife. Die Verworrenheit setzt eben eine Vielheit von Dingen voraus, nicht aber ein Nichts.

Sagr. Seht doch, Signore Salviati, wie Signore Simplicio durch ein paar Zügelhilfen während der vergangenen Tage zahm geworden ist, wie sich der ungestüme Renner in einen frommen Pafsgänger verwandelt hat. Doch befreit uns, bitte, ohne weiteren Verzug beide aus unserer Pein.

Salv. Ich will meine ungelenke Ausdrucksweise so viel wie möglich geschmeidig zu machen suchen; die Schärfe Eueres Denkens wird die Härte meiner Sprache hoffentlich siegreich überwinden. Zwei verschiedene Thatsachen sind es, deren Gründe wir zu erforschen haben, die eine ist die monatliche, die andere die jährliche Periode von Ebbe und Flut. Wir wollen zuerst von der monatlichen Periode sprechen, dann erst von der jährlichen handeln. Das ganze Problem müssen wir lösen auf Grund der bereits festgelegten Fundamentalhypothesen, ohne irgend welche neue Annahme in die Astronomie einzuführen, ohne den Bau des Weltalls irgendwie um der Ebbe und Flut willen abzuändern; wir haben nachzuweisen, dafs die von uns als unzweifelhaft richtig vorausgesetzten Thatsachen völlig ausreichen, um sämtliche Details der Erscheinungen zu erklären. So sage ich denn: es ist wahr, naturgemäfs, ja notwendig, dafs ein und derselbe bewegliche Körper, welcher durch ein und dieselbe bewegende Kraft in Kreisbewegung versetzt wird, längere Zeit für seine Bahn auf einem grofsen als auf einem kleinen Kreise gebraucht. Diese Wahrheit wird allseitig anerkannt und durch die Erfahrung durchweg bestätigt; ich will etliche Beispiele anführen. An den Räderuhren, insbesondere den grofsen, bringen die Mechaniker zur Regulierung des Ganges einen horizontal

Zweifellos richtig ist die Annahme, dafs Umdrehungen in kleineren Kreisen rascher erfolgen als in gröfseren; dies wird durch zwei Beispiele erläutert.

Erstes Beispiel.

sich drehenden Schenkel an und befestigen an seinen Enden zwei Bleigewichte. Geht nun die Uhr nach, so nähern sie nur besagte Bleigewichte etwas der Mitte des Schenkels und bewirken so, dafs seine Schwingungen rascher erfolgen. Um im Gegenteile den Gang zu verlangsamen, genügt es sothane Gewichte mehr gegen die Enden hinzuschieben, weil hierdurch die Schwingungen minder häufig werden und folglich die Zeitintervalle sich vergröfsern.

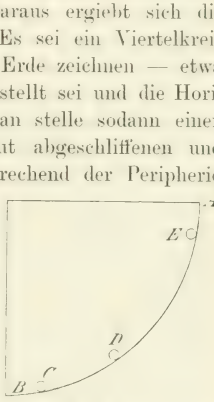
Hier ist die bewegende Kraft dieselbe, nämlich das treibende Gewicht, es handelt sich um dieselben bewegten Körper, die Bleigewichte; ihre Schwingungen aber sind zahlreicher, wenn sie sich dem Centrum näher befinden, also kleinere Kreise beschreiben. — Man hänge gleiche Gewichte an ungleichen Fäden auf, entferne sie aus der lotrechten Lage und überlasse sie sich selbst; wir werden sehen, dafs die am kürzeren Faden aufgehängten ihre Schwingungen in kürzerer Zeit vollenden, da sie sich in kleineren Kreisen bewegen. Noch mehr: man befestige ein solches Gewicht an einem Faden, der über einen in die Zimmerdecke geschlagenen Haken geschlungen ist; nehmt Ihr das andere Fadenende in die Hand und gebt dem hängenden Gewichte einen Anstofs. Während es nun seine Schwingungen ausführt, zieht an dem Ende, das Ihr in der Hand haltet, sodafs das Gewicht in die Höhe geht; sobald es steigt, werdet Ihr bemerken, wie fortwährend die Häufigkeit der Schwingungen zunimmt, weil sie in beständig kleineren Kreisen erfolgen. Hier möchte ich nun Euere Aufmerksamkeit auf zwei beachtenswerte Umstände lenken.[24]) Einmal gehen die Schwingungen eines solchen Pendels mit solcher Notwendigkeit in der und der bestimmten Zeit vor sich, dafs es ganz und gar unmöglich ist diese Zeit zu beeinflussen, es sei denn durch Verlängerung oder Verkürzung des Fadens. Davon könnt Ihr Euch jetzt gleich durch den Versuch überzeugen, indem Ihr einen Stein an eine Schnur bindet, das andere Ende in die Hand nehmt und durch alle möglichen Kunstgriffe versucht, ob Ihr sie in einem anderen Zeitintervall hin- und herschwingen lassen könnt, als in dem einen bestimmten, nur dürft Ihr die Schnur nicht länger oder kürzer machen; Ihr werdet sehen, dafs es ganz und gar unmöglich ist. Der andere wahrhaft wunderbare Umstand ist der, dafs ein und dasselbe Pendel seine Schwingungen gleich oft ausführt oder ganz wenig, fast unmerklich verschieden häufig, mag es nun längs sehr grofser oder längs ganz kleiner Bogen derselben Peripherie schwingen. Ich meine so: ob wir das Pendel aus der lotrechten Lage blofs einen, zwei, drei Grad oder ob wir es 70, 80 Grad, ja um einen vollen Viertelkreis daraus entfernen, im einen wie im anderen Falle wird es, sich selbst überlassen, seine Schwingungen mit gleicher Häu-

Zweites Beispiel.

Zwei bemerkenswerte Eigenschaften der Pendel und ihrer Schwingungen.

figkeit vollführen, sowohl die Schwingungen erster Art, wo Bogen von 4 bis 6 Grad zurückzulegen sind als die Schwingungen zweiter Art, wo es sich um Bogen von 160 Grad und mehr handelt. Dies tritt noch deutlicher hervor, wenn man zwei gleiche Gewichte an gleichlangen Fäden befestigt, das eine sodann ein wenig, das andere sehr weit aus der lotrechten Lage entfernt; dieselben werden, sich selbst überlassen, in gleichen Zeiten hin- und herschwingen, jenes auf sehr kleinem Bogen, dieses auf sehr grofsem. Daraus ergiebt sich die Lösung des folgenden herrlichen Problems. Es sei ein Viertelkreis gegeben — ich will eine Skizze hier auf die Erde zeichnen — etwa der Viertelkreis AB, dessen Ebene vertikal gestellt sei und die Horizontalebene im Punkte B berühren möge; man stelle sodann einen Bogen aus einer auf der konkaven Seite gut abgeschliffenen und polierten Platte her, indem man diese entsprechend der Peripherie ADB biegt, sodafs eine vollkommen runde, wohl geglättete Kugel auf der inneren Seite ganz frei rollen kann — das Gehäuse eines Siebes eignet sich z. B. zu diesem Versuche — dann behaupte ich, man mag die Kugel an jede beliebige Stelle setzen, nahe oder entfernt von dem untersten Ende B, man mag sie nach C oder hier nach D oder E bringen, sich selbst überlassen wird sie stets in der nämlichen Zeit oder doch in unmerklich verschiedenen Zeiten an dem Ende B anlangen, ob sie nun von C oder von D oder von E oder von irgend welcher anderen Stelle ausgeht. In der That eine ganz wunderbare Eigenschaft. Dazu nehmt eine andere, nicht minder schöne: auch längs aller Sehnen, die vom Punkte B aus nach den Punkten C, D, E oder nach sonst einem Punkte gehen, der irgendwo auf dem Viertelkreise AB oder sogar auf dem vollen Kreise liegt, wird der Körper in genau gleichen Zeiten hinabfallen. Er wird also in derselben Zeit längs des ganzen senkrechten Durchmessers nach dem Punkte B gelangen, wie längs der Sehne, die zu dem Bogen von einem Grade oder einem noch kleineren gehört. Fügt dazu die weitere erstaunliche Thatsache, dafs die Bewegung der fallenden Körper längs der Bogen des Viertelkreises AB in kürzerer Zeit erfolgt, als längs der entsprechenden Sehnen. Die schnellste, in kürzester Zeit stattfindende Bewegung eines Körpers vom Punkte A nach dem Endpunkte B wird also nicht die auf der geraden Linie AB, sondern die auf der Peripherie ADB erfolgende sein, obgleich jene die kürzeste Verbindung zwischen A und B ist. Nimmt man noch einen beliebigen Punkt auf demselben Bogen an, etwa den

Merkwurdige Probleme betreffend Körper, die längs eines Viertelkreises und längs beliebiger Sehnen des ganzen Kreises fallen.



Punkt D, und zieht zwei Sehnen AD, DB, so wird der Körper vom Punkte A ausgehend in kürzerer Zeit nach B gelangen, wenn er längs der beiden Sehnen AD, DB sich bewegt als längs der einen Sehne AB; die kürzeste Fallzeit aber beansprucht er längs des Bogens ADB. Dieselben Eigenschaften gelten auch von allen kleineren Bogen, die von dem unteren Endpunkte B aufwärts führen.

Sagr. Nicht weiter, nicht weiter! Ihr erdrückt mich mit so vielen Wundern, Ihr reifst meinen Geist nach so vielen verschiedenen Richtungen, dafs ich kaum Freiheit und Sammlung übrig habe, um mich der Hauptsache, die uns beschäftigt, zuwenden zu können; ist sie doch schon ohnehin dunkel und schwierig genug. Ich bitte Euch daher, dafs Ihr mir die Gunst erweisen mögt, nach Beendigung der Untersuchung über Ebbe und Flut mein und Euer Haus noch weiterhin zu beehren und über die vielen anderen Probleme zu sprechen, die wir in der Schwebe gelassen haben. Voraussichtlich sind sie nicht weniger schön und interessant, als was wir die letzten Tage über verhandelt haben und heute zum Abschlufs führen wollen.

Salv. Ich stehe Euch gerne zu Diensten. Wir werden indessen schwerlich in einer oder zwei Sitzungen aufser den anderweitigen, besonderer Behandlung vorbehaltenen Fragen auch die vielen Probleme erledigen können, die mit der Ortsbewegung der natürlich bewegten sowie der geschleuderten Körper zusammenhängen, einer Materie, die unser Freund von der *Accademia dei Lincei* ausführlich behandelt hat. Um indessen auf unseren früheren Gegenstand zurückzukommen, so waren wir bei der Erklärung stehen geblieben, dafs bei Körpern, die von einer unveränderlichen bewegenden Kraft im Kreise herumgeführt werden, die Umlaufszeiten fest und bestimmt sind und unmöglich einmal länger und ein andermal kürzer sein können. Wir hatten als Beispiele dafür sinnliche, von uns ausführbare Versuche angegeben; die nämliche Wahrheit können wir nun aber auch durch die Bewegungen der Planeten am Himmel bestätigen, wo sich dieselbe Regel bewährt, dafs sie nämlich um so längere Zeit zur Vollendung ihrer Bahn gebrauchen, in je gröfseren Kreisen sie sich bewegen. Die schlagendste Beobachtung dieser Art läfst sich an den mediceischen Gestirnen vornehmen, da diese zu ihren Umläufen um Jupiter nur kurze Zeit beanspruchen. So ist es denn nicht zu bezweifeln, vielmehr als völlig sicher und ausgemacht zu betrachten, dafs, wenn beispielshalber der Mond fortführe derselben bewegenden Kraft zu gehorchen, jedoch allmählich in kleinere Kreise niedergezogen würde, er das Bestreben zeigen müfste seine Umlaufszeit abzukürzen, gerade wie es bei dem Pendel der Fall war, als wir den Aufhängefaden im Laufe

seiner Schwingungen verkürzten, sodafs der Radius seiner Bahn kleiner wurde. Vernehmt nun, dafs dasjenige, was ich beispielsweise vom Monde angeführt habe, thatsächlich eintrifft und sich bewährt.[25]) Erinnern wir uns, dafs wir schon früher mit Kopernikus zu dem Schlusse gelangt sind, man könne unmöglich den Mond von der Erde trennen, welch letztere innerhalb eines Monats unstreitig von jenem umkreist wird. Erinnern wir uns gleicherweise, dafs der Erdball in steter Begleitung des Mondes in einem Jahre den *orbis magnus* um die Sonne beschreibt, währenddes der Mond 13mal um die Erde läuft. Daraus folgt, dafs der Mond der Sonne bisweilen näher ist, nämlich wenn er zwischen Sonne und Erde steht, bisweilen aber sich sehr viel weiter von der Sonne entfernt, wenn die Erde nämlich sich zwischen Sonne und Mond befindet. Mit anderen Worten: er ist der Sonne nahe zur Zeit der Konjunktion oder des Neumondes; er ist von ihr entfernt während der Opposition oder des Vollmondes; die gröfste und kleinste Entfernung unterscheiden sich dabei um den Durchmesser der Mondsphäre. Wenn nun wirklich die Kraft, die Erde und Mond um die Sonne treibt, stets in gleicher Stärke auftritt und wenn wirklich ein und derselbe Körper, von ein und derselben Kraft bewegt, aber in verschiedenen Kreisen, gleiche Bogen des kleineren Kreises in kürzerer Zeit zurücklegt, so kommt man notwendig zu dem Schlusse: sobald der Mond eine geringere Entfernung von der Sonne besitzt, wie dies zur Zeit der Konjunktion der Fall ist, so mufs er gröfsere Bogen des *orbis magnus* zurücklegen, als wenn er sich in gröfserer Entfernung befindet, was zur Zeit der Opposition oder des Vollmondes eintrifft. Diese Unregelmäfsigkeit in der Bewegung des Mondes mufs nun auch von der Erde geteilt werden. Denken wir uns nämlich eine gerade Linie vom Centrum der Sonne nach dem der Erde gezogen und selbige bis zur Mondsphäre verlängert, so wird dieses der Halbmesser des *orbis magnus* sein, in welchem die Erde, wenn sie allein wäre, sich gleichförmig bewegen würde; bringen wir aber auf demselben Radius einen weiteren Körper an, der mit umgeführt werden soll, und versetzen ihn bald zwischen Erde und Sonne, bald jenseits der Erde in gröfsere Entfernung von der Sonne, so mufs in diesem zweiten Falle notwendig die gemeinsame Bewegung beider Körper längs des *orbis magnus* infolge der gröfseren Entfernung des Mondes beträchtlich langsamer erfolgen als im umgekehrten Falle, wo der Mond zwischen Erde und Sonne, also in geringerer Entfernung von dieser sich befindet. Demnach trifft im vorliegenden Falle genau dasselbe zu, was bei der Regulierung der Uhr eintrat: der Mond ist mit dem Bleigewicht zu vergleichen, welches man bald mehr, bald weniger weit vom Mittel-

Jährliche Erdbewegung längs der Ekliptik ungleichförmig infolge der Bewegung des Mondes.

punkte befestigt, um die Schwingungsdauer des Schenkels zu verlangsamen, beziehungsweise zu beschleunigen. Daraus läfst sich die Gewifsheit entnehmen, dafs die jährliche Bewegung der Erde im *orbis magnus* unterhalb der Ekliptik nicht gleichförmig ist, dafs diese Ungleichförmigkeit vom Einflufs des Mondes herrührt und demnach einer monatlichen Wiederkehr, einer monatlichen Periode unterworfen ist. Nun ist bereits bewiesen, dafs die periodischen Änderungen der Gezeiten, monatliche sowohl wie jährliche, sich nur durch ein verändertes Verhältnis der jährlichen Bewegung zu den von der täglichen Rotation herrührenden Verstärkungen und Abschwächungen erklären lassen, dafs ferner eine solche Änderung in doppelter Weise möglich sei, entweder durch Änderung der jährlichen Bewegung bei unverändertem Betrag der Verstärkungen, oder durch Änderung in der Gröfse dieser Verstärkungen unter Aufrechterhaltung der gleichförmigen jährlichen Bewegung. Wir sind nunmehr zu dem Ergebnis gelangt, dafs die erste dieser beiden Weisen, welche in der Ungleichförmigkeit der jährlichen Bewegung besteht, durch den Mond veranlafst wird und eine monatliche Periode besitzt. Mithin müssen aus diesem Grunde die Gezeiten eine monatliche Periode besitzen, innerhalb deren sie gröfseren oder geringeren Betrag aufweisen. Ihr seht also, wie die Ursache der monatlichen Periode ihren Sitz in der jährlichen Bewegung hat und seht gleichzeitig, wie der Mond mit dieser Sache zusammenhängt, wie er allerdings dabei eine gewisse Rolle spielt und doch mit dem Meere und dem Wasser nichts zu thun hat.

Sagr. Wenn man einem Menschen, der noch nie eine Treppe sah, einen Turm zeigte und ihn fragte, ob er sich zutraue auf dessen höchste Spitze hinaufzugelangen, so würde er, glaube ich, unbedingt mit Nein antworten, er würde sich nicht denken können, dafs man das Ziel anders als im Fluge zu erreichen vermöchte. Zeigt man ihm aber einen Stein, der nicht höher ist als eine halbe Elle und fragt ihn, ob er wohl auf diesen steigen könne, so wird er das gewifs bejahen, auch zugeben, dafs man mit Leichtigkeit nicht nur einmal, sondern zehn-, zwanzig-, hundertmal hinaufsteigen könne. Wenn man ihm also eine Treppe zeigte, auf welcher man nach seinem eigenen Zugeständnisse bequem die Höhe zu erreichen vermag, die ihm zuvor unersteiglich erschienen war, so würde er über sich selber lachen und seine Unbedachtsamkeit zugestehen. Ihr, Signore Salviati, habt mich von Stufe zu Stufe so sanft geleitet, dafs ich zu meiner Verwunderung ohne jede Mühe auf der Höhe angekommen bin, die mir vorher unerreichbar schien. Freilich war die Treppe dunkel und ich wufste nicht eher, dafs ich mich der Spitze näherte und auf ihr angelangt

war, als bis ich hinaustrat in die Himmelshelle und die Aussicht weithin zu meinen Füfsen über Land und Meer genofs. Wie das Ersteigen einer Stufe keine Mühe ist, so sind mir Euere Behauptungen Schritt für Schritt so klar vorgekommen, es trat von Fall zu Fall so wenig, fast nichts Neues hinzu, dafs mir der Fortschritt klein oder ganz verschwindend schien. Um so höher steigt meine Verwunderung über den unvermuteten Ausgang dieser Untersuchung, die mir das Verständnis für einen scheinbar unerklärlichen Umstand eröffnet hat. Nur ein Bedenken bleibt mir noch, über das ich hinweg gebracht werden möchte. Wenn die Bewegung der Erde samt der des Mondes im Tierkreis unregelmäfsig ist, so hätte diese Unregelmäfsigkeit von den Astronomen beobachtet und hervorgehoben werden müssen, was meines Wissens nicht geschehen ist. Ihr, der Ihr in diesen Dingen besser bewandert seid als ich, werdet mir dieses Bedenken heben können und sagen, wie es damit steht.

Salv. Euer Bedenken ist sehr berechtigt. Ich erwidere darauf folgendes: obgleich die Astronomie im Verlaufe langer Jahrhunderte grofse Fortschritte in der Erforschung der Lage und der Bewegungen der Himmelskörper gemacht hat, ist sie doch bis jetzt nicht so weit gelangt, dafs nicht aufserordentlich viele Fragen noch unentschieden, viele andere Thatsachen noch gänzlich verborgen geblieben wären. Man darf annehmen, dafs die ersten Beobachter des Himmels von nichts anderem wufsten, als von der gemeinsamen täglichen Bewegung aller Gestirne. Binnen weniger Tage dürften sie sodann bemerkt haben, dafs der Mond eine wechselnde Stellung zu anderen Sternen annimmt; doch werden wahrscheinlich viele Jahre darüber hingegangen sein, bevor sie alle Planeten ausfindig gemacht hatten. Insbesondere glaube ich, dafs Saturn seines langsamen Fortrückens halber und Merkur wegen seiner seltenen Sichtbarkeit die letzten waren, die man als Wandel- oder Irrsterne erkannte. Noch weit längere Zeit mufste darüber verstrichen sein, bevor das Stillestehen und Rückwärtsgehen der drei oberen Planeten entdeckt war, sowie die bald gröfsere bald geringere Entfernung derselben von der Erde, Erscheinungen, welche die Einführung der excentrischen Kreise und Epicykeln erforderlich machten und welche noch zu Aristoteles Zeiten unbekannt waren, da er ihrer nirgends Erwähnung thut. Wie lange haben nicht die auffallenden Erscheinungen an Venus und Merkur die Astronomen über deren blofse gegenseitige Stellung im Dunkeln gelassen, von anderem ganz zu geschweigen? So kommt es, dafs schon die Reihenfolge der Weltkörper und die Anordnung der uns bekannten Teile des Weltalls im grofsen und ganzen bis auf die Tage des Kopernikus unsicher ge-

Möglicherweise sind noch viele astronomische Thatsachen unbekannt.

Saturn wegen seines langsamen Fortrückens und Merkur wegen seiner seltenen Sichtbarkeit wurden zuletzt beobachtet.

blieben ist. Erst dieser hat uns den wahren Bau, das wahre System enthüllt, nach welchem die Teile angeordnet sind, erst durch ihn sind wir darüber im klaren, dafs Merkur, Venus und die anderen Planeten sich um die Sonne drehen, der Mond um die Erde kreist. Wie nun aber jeder Planet bei seinem besonderen Umlauf sich verhält und welche genaue Beschaffenheit seine Bahn aufweist — Probleme, die gewöhnlich als die Theorie des betreffenden Planeten bezeichnet werden[26]) — das mit Bestimmtheit zu entscheiden vermögen wir noch nicht. Als Zeugnis dessen mag Mars angeführt werden, der heutzutage den Astronomen so viel Mühe verursacht; selbst die Theorie des Mondes ist in sehr verschiedener Weise aufgestellt worden, nachdem Kopernikus die des Ptolemäus wesentlich abgeändert hat. Um nun näher auf die besondere uns vorliegende Frage der scheinbaren Bewegung von Sonne und Mond einzugehen, so hat man bei jener allerdings eine Ungleichheit von bedeutendem Betrage beobachtet, vermöge deren sie die beiden Hälften der Ekliptik in beträchtlich verschiedenen Zeiten zurücklegt; sie gebraucht nämlich, um von dem einen Äquinoktialpunkte zum anderen zu gelangen auf dem einen Halbkreis etwa neun Tage mehr als auf dem anderen: ein recht ansehnlicher, sehr merklicher Unterschied, wie Ihr seht. Ob sie aber beim Zurücklegen kleinerer Bogen, wie etwa der 12 Zeichen des Tierkreises eine völlig regelmäfsige Bewegung innehält oder bald schnelleren, bald langsameren Schrittes vorwärts geht, wie es notwendig der Fall ist, wenn die jährliche Bewegung blofs scheinbar an der Sonne haftet, in Wirklichkeit aber der Erde und dem sie begleitenden Monde zukommt, das hat man bisher noch nicht festgestellt, vielleicht noch nie untersucht. Ebenso hat man bei dem Monde, dessen Periodicität hauptsächlich der Finsternisse wegen erforscht wird — und dazu genügt schon die genaue Kenntnis seiner Bewegung um die Erde — die Frage, wie sein Fortschreiten durch die einzelnen Zeichen des Tierkreises hin erfolgt, nicht mit gebührendem Interesse verfolgt. Dafs also Erde und Mond beim Durchlaufen des Tierkreises oder der Peripherie des *orbis magnus* eine Beschleunigung erfahren zur Zeit des Neumondes, eine Verzögerung zur Zeit des Vollmondes, darf man nicht etwa darum in Zweifel ziehen, weil eine solche Ungleichheit nicht beobachtet worden ist. Dies ist aus einem doppelten Grunde nicht geschehen, einmal hat man gar nicht darnach gesucht, sodann aber ist dieselbe möglicherweise nicht sehr grofs und braucht es auch nicht zu sein, um die Wirkung hervorzubringen, die sich in der wechselnden Höhe der Gezeiten kund giebt. Denn nicht nur jener Wechsel im Betrag der Fluthöhe, sondern Ebbe und Flut selbst sind eine geringfügige Sache im Verhält-

Specielle Beschaffenheit der einzelnen Planetenbahnen noch nicht genau ermittelt.

Die Sonne braucht zum Zurücklegen der einen Hälfte des Tierkreises neun Tage weniger als für die andere.

Bewegung des Mondes hauptsächlich um der Finsternisse willen untersucht.

Die Gezeiten sind sehr geringfügige Erscheinungen im Verhältnis zur Gröfse der Meere und der Geschwindigkeit d. Erdbewegung.

nis zu der Gröfse der von ihnen betroffenen Objekte, mögen sie uns auch im Verhältnis zu unserer Kleinheit gewaltig erscheinen. Man kann doch unmöglich eine Geschwindigkeitsvermehrung oder -verminderung von einem Grad eine bedeutende Änderung nennen, wo von Natur 700 oder 1000 Grad vorhanden sind, weder rücksichtlich dessen, was sie hervorruft, noch dessen, was von ihr betroffen wird. Das Wasser des mittelländischen Meeres z. B. legt infolge der täglichen Rotation stündlich etwa 700 Miglien zurück, nämlich vermöge der gemeinsamen, für uns unmerklichen Bewegung der Erde und des Wassers. Die Bewegung hingegen, die sich uns in den Strömungen kundgiebt, beträgt noch keine Miglie per Stunde; und diese ist es, welche die ursprüngliche natürliche und bedeutende Bewegung modifiziert. Diese Modifikation ist freilich im Verhältnis zu uns oder zu irgend welchem Fahrzeuge grofs; denn für ein Schiff, das in stehendem Wasser mittels Ruderkraft drei Miglien stündlich vorwärtskommt, macht die genannte Strömung, je nachdem sie günstig oder ungünstig auf die Fahrt einwirkt, das Doppelte der Fahrzeit aus, was ein sehr merklicher Betrag ist, soweit es sich um die Bewegung der Barke handelt, aber ein sehr unbedeutender rücksichtlich der Bewegung des Meeres, da diese nur eine Änderung um den 700ten Teil ihres Betrages erfährt. Das nämliche gilt von dem Steigen und Fallen um einen, zwei oder drei Fufs, höchstens um vier oder fünf Fufs an dem äufsersten Ende eines Meerbusens; denn wo Tiefen von Hunderten von Fufsen vorhanden sind, will diese Änderung noch weniger besagen, als wenn in einer der Süfswasser führenden Barken dieses Wasser beim Halten der Barke um die Dicke eines Blattes Papier im Vorderteil steigt. Ich komme daher zu dem Schlufs, dafs im Verhältnis zu der ungeheueren Gröfse und aufserordentlichen Geschwindigkeit des Meeres schon ganz kleine Änderungen ausreichend sind, um an ihm Erscheinungen hervorzubringen, die im Verhältnis zu unserer Kleinheit und unseren kleinen Objekten grofs zu nennen sind.

Sagr. Ich bin hinsichtlich dieses Punktes vollauf zufriedengestellt. Es erübrigt noch zu erläutern, inwiefern die Verstärkungen und Abschwächungen, welche durch die tägliche Rotation hervorgerufen werden, bald in höherem, bald in geringerem Grade stattfinden. Diese Schwankungen sollen ja, wie Ihr andeutet, die jährliche Periode im Wechsel der Gezeitenhöhe bewirken.

Salv. Ich will mir alle mögliche Mühe geben mich verständlich auszudrücken; die Schwierigkeit jedoch des Gegenstandes an und für sich und die grofse Abstraktionsgabe, die zu seinem Verständnis erforderlich ist, machen mir bange. Die wechselnde Gröfse der durch

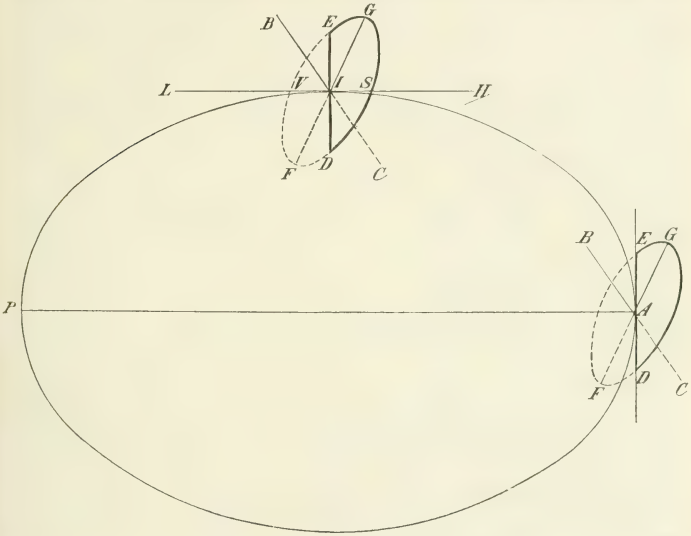
Ursachen der Verschiedenheiten im Betrag der Abschwächungen und Verstärkungen, welche durch die tägliche Rotation an der jährlichen Bewegung hervorgerufen werden.

die tägliche Rotation hervorgerufenen Verstärkungen und Abschwächungen der jährlichen Bewegung rührt daher, dafs die Achse der täglichen Rotation gegen die Ebene des *orbis magnus* oder auch der Ekliptik geneigt ist; infolge davon schneidet der Äquator die Ekliptik und bildet mit ihr einen schiefen Winkel entsprechend der Neigung der Achse. Der Betrag der Verstärkungen ist nun gleich der vollen Gröfse des Äquatordurchmessers, sobald der Erdmittelpunkt sich in den Solstitialpunkten befindet; aufserhalb derselben hingegen wird er kleiner und kleiner, je mehr sich der Mittelpunkt den Äquinoktialpunkten nähert: dort sind besagte Verstärkungen geringer als an irgendwelchem anderen Punkte.[27]) Das ist alles, freilich schwebt noch ein tiefes Dunkel darüber, wie Ihr seht.

Sagr. Oder vielmehr ein solches Dunkel, dafs ich nichts sehe. Denn bis jetzt verstehe ich nicht eine Silbe.

Salv. Ich habe es ja im voraus gesagt. Wir wollen jedoch versuchen, ob sich nicht durch eine kleine Zeichnung etwas Klarheit in die Sache bringen läfst; freilich wäre die Veranschaulichung durch ein körperliches Modell der blofsen Zeichnung vorzuziehen, doch wollen wir uns mittels perspektivischer Verkürzungen zu helfen suchen. Wir zeichnen also wie oben die Peripherie des *orbis magnus*, auf welcher Punkt A einen Solstitialpunkt vorstellen soll; der Durchmesser AP sei der Schnitt des Solstitialkolurs mit der Ebene des *orbis magnus* oder der Ekliptik. In diesem Punkte A nun befinde sich der Mittelpunkt des Erdballs, dessen Achse CAB schief auf der Ebene des *orbis magnus* steht und in die Ebene besagten Kolurs hineinfällt, desjenigen Kolurs nämlich, welcher sowohl durch die Achse des Äquators als die der Ekliptik hindurchgeht. Behufs gröfserer Klarheit zeichnen wir blofs den Äquator und benennen ihn mit den Buchstaben $DGEF$; sein Schnitt mit der Ebene des *orbis magnus* sei die Linie DE, so dafs die Hälfte DFE des Äquators unter der Ebene des *orbis magnus* gelegen ist, die andere Hälfte DGE darüber. Angenommen nun die Drehung des Äquators erfolge entsprechend der Reihenfolge der Punkte D, G, E, F und der Mittelpunkt bewege sich in der Richtung von A nach E hin. Da nun, wie gesagt, bei der Stellung des Erdmittelpunktes in A die Achse CB, welche auf dem Äquatordurchmesser DE senkrecht steht, in den Solstitialkolur fällt und da ferner die Schnittlinie des letzteren mit dem *orbis magnus* der Durchmesser PA ist, so wird die Linie PA senkrecht auf DE stehen, weil der Kolur senkrecht auf dem *orbis magnus* steht; demnach wird DE die Tangente des *orbis magnus* im Punkte A sein. In diesem Falle ist also die Bewegung des Centrums längs des Bogens AE, die täglich einen Grad beträgt, nur

ganz wenig, ja so gut wie gar nicht verschieden von einer Bewegung längs der Tangente DAE. Da nun durch die tägliche Rotation der Punkt D über G nach E geführt wird, so verstärkt er die Bewegung des Centrums, welches fast die nämliche Linie DE zurücklegt, um den Betrag des ganzen Durchmessers DE und umgekehrt vermindert er sie um denselben Betrag, sobald er sich durch den anderen Halbkreis EFD hinbewegt: der Betrag der Verstärkung und Abschwächung wird also



an dieser Stelle, d. h. zur Zeit des Solstitiums gleich dem ganzen Durchmesser DE sein.

Wir gehen nunmehr dazu über zu untersuchen, ob dieser Betrag zur Zeit der Äquinoktien dieselbe Gröfse besitzt. Wir lassen den Erdmittelpunkt von A aus um einen Viertelkreis weiter nach I rücken; wieder soll $GEFD$ den Äquator vorstellen, DE seinen Schnitt mit dem *orbis magnus*, CB die Achse mit der gleichen Schiefe wie vorher. Die Tangente des *orbis magnus* im Punkte I hingegen wird jetzt nicht mehr DE sein, sondern eine andere Linie, welche DE unter rechtem Winkel schneidet, sie möge HIL genannt werden: längs dieser wird die Bewegung des auf dem *orbis magnus* fortschreitenden Mittelpunktes gerichtet sein. In der hier betrachteten Lage nun ist das Mafs der Verstärkung und Abschwächung nicht mehr der Durchmesser DE wie

zuvor, denn dieser Durchmesser erstreckt sich nicht in der Richtung der jährlichen Bewegung HL, sondern schneidet sie unter rechtem Winkel; die Enden D und E tragen also nichts zur Förderung und nichts zur Verzögerung der Bewegung bei. Die Verstärkung und Abschwächung ist vielmehr zu schätzen nach demjenigen Durchmesser, welcher in eine zum *orbis magnus* senkrechte und durch die Linie HL gelegte Ebene fällt. Im vorliegenden Falle ist das der Durchmesser GF: die additive Bewegung, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, ist die vom Punkte G längs des Halbkreises GEF vollzogene, die subtraktive die dem anderen Halbkreis FDG entlang erfolgende. Nun liegt aber jener Durchmesser nicht in derselben Linie HL, in welcher die jährliche Bewegung stattfindet, er schneidet diese vielmehr wie ersichtlich im Punkte I; das Ende G befindet sich über, das Ende F unter der Ebene des *orbis magnus*. Er ist also nicht seiner ganzen Länge nach maßgebend für den Betrag der Verstärkung und Abschwächung, sondern dieser muß durch dasjenige Stück der Linie HL bestimmt werden, welches zwischen den Fußpunkten S und V der von G und F auf HL gefällten Perpendikel GS und FV liegt. Das Maß der Verstärkung ist mithin SV und also kleiner als die Linie GF oder die Linie DE, welche im Solstitium A das Maß der Verstärkung war. Je nachdem also das Erdcentrum sich in verschiedenen Punkten des Quadranten AI befindet, ziehe man die Tangenten an diese Punkte und fälle auf sie die Perpendikel von den Enden desjenigen Äquatordurchmessers, der enthalten ist in einer zur Ekliptikebene senkrechten und durch die Tangente hindurch gelegten Ebene: das auf der Tangente hierdurch abgegrenzte Stück, welches kleiner in der Nähe der Äquinoktien, größer aber in der Nähe der Solstitien ist, giebt uns den Betrag der Verstärkung oder Abschwächung. Um wieviel die geringsten Verstärkungen von den größten verschieden sind, ist darnach leicht zu ermitteln; denn dieser Unterschied ist der nämliche wie der zwischen der ganzen Achse oder dem ganzen Durchmesser der Kugel und dem Stücke, welches zwischen den Polarkreisen enthalten ist; letzteres aber ist annähernd um den zwölften Teil kleiner als der ganze Durchmesser. Ich spreche hierbei nur von den Verstärkungen und Abschwächungen, die am Äquator stattfinden; unter anderen Breiten sind sie um so kleiner, je mehr die Durchmesser der Breitenkreise abnehmen.

Das ist alles, was ich Euch über diesen Gegenstand zu sagen hätte, mehr läßt sich billigerweise von menschlicher Erkenntnis nicht erwarten; denn Ihr wißt ja, es giebt ein Erkennen nur, wo es sich um feste, unabänderliche Folgewirkungen handelt, wie es bei den drei

Perioden der Gezeiten im allgemeinen der Fall ist, insofern diese von beständigen, einheitlichen und ewigen Ursachen bedingt sind. Da sich aber mit diesen ursprünglichen, umfassenden Ursachen noch sekundäre besondere vermischen, die vielfache Abänderungen hervorzurufen vermögen; da ferner diese sekundären teils wechselnd sind und sich der Beobachtung entziehen, wie es z. B. mit der veränderlichen Windrichtung der Fall ist, teils zwar bestimmt und unveränderlich sind, aber ihrer grofsen Zahl halber doch noch nicht hinlänglich bekannt, wie z. B. die Längenausdehnung der Meerbusen, ihre verschiedene Erstreckung in der oder jener Richtung, die vielfach wechselnden Meerestiefen: wer wäre da imstande ohne langjährige Beobachtungen und zuverlässige Berichte eine sachgemäfse Darstellung dieser Verhältnisse zu geben, welche als vertrauenswerte Grundlage, als Ausgangspunkt dienen könnte, wenn es sich darum handelt auf Grund des gesammelten Materials eine Erklärung aller Erscheinungen, aller Anomalieen und besonderen Verwicklungen zu liefern, wie solche bei den Bewegungen der Gewässer vorkommen? Ich begnüge mich darauf hingewiesen zu haben, dafs solche Nebenursachen in der Natur vorhanden sind und vielfache Abänderungen veranlassen können; die Detailbeobachtungen mufs ich denen überlassen, welche die verschiedenen Meere aus eigener Anschauung kennen. Nur will ich zum Schlusse unserer Untersuchung hervorheben, dafs die genauen Zeiten von Ebbe und Flut nicht nur von der Länge und der wechselnden Tiefe der Meerbusen abhängen; eine beträchtliche Modifikation mufs meines Bedünkens auch von dem Zusammentreffen verschiedener Meeresgebiete herrühren, welche in Gröfse und Lage oder, besser gesagt, in ihrer Richtung von einander abweichen. Dieser Fall tritt gerade im adriatischen Meere ein; denn dieses ist bedeutend kleiner als das übrige Mittelmeer und hat eine ganz andere Richtung. Während nämlich jenes sein Ende im Osten an der syrischen Küste findet, ist dieses vorwiegend von Westen her abgeschlossen. Da nun die Gezeiten an den Enden einen wesentlich höheren Betrag erreichen, ja überhaupt nur an diesen das Steigen und das Fallen sehr bedeutend ist, so ist es leicht möglich, dafs die Flut in Venedig zeitlich zusammenfällt mit der Ebbe des übrigen Meeres; dieses übt nämlich infolge seiner bedeutenderen Gröfse und seiner mehr von Ost nach West sich erstreckenden Richtung eine Art von Herrschaft über das adriatische Meer. Daher wäre es nicht verwunderlich, wenn im adriatischen Meere die Wirkungen der ursprünglichen Ursachen sich nicht zu den gehörigen Zeiten einstellen sollten und nicht die eigentlichen Perioden innehielten, wie dies im übrigen mittelländischen Meere allerdings der Fall ist. Diese Be-

sonderheiten jedoch erfordern lange Beobachtungen, welche ich bisher nicht angestellt habe, noch auch in der Lage bin zukünftig anzustellen.

Sagr. Ich sollte meinen, Ihr habt genug geleistet, indem Ihr uns den Zugang zu so tiefen Forschungen erschlosset. Hättet Ihr selbst nichts anderes vorgebracht als jenen ersten allgemeinen, für mich unwiderleglich feststehenden Satz, in welchem Ihr aus den triftigsten Gründen die Behauptung aufstellt, dafs nach dem gewöhnlichen Laufe der Natur unmöglich die Annahme von der Unbeweglichkeit der Meeresbecken vereinbar sei mit den darin stattfindenden Bewegungen, und dafs umgekehrt die kopernikanische Lehre von den Erdbewegungen, die aus ganz anderen Gründen aufgestellt wurde, jene Meeresbewegungen zur notwendigen Folge habe, hättet Ihr, sage ich, auch sonst nichts geleistet, so überragt doch schon dies eine die vielen anderen thörichten Annahmen dermafsen, dafs mir der blofse Gedanke an diese widerwärtig ist. Ich wundere mich sehr, dafs von den geistig hervorragenden Männern, deren es doch so manche gegeben hat, nicht ein einziger auf den Einfall gekommen ist, die abwechselnde Bewegung des Wassers sei unverträglich mit der Unbeweglichkeit des Beckens, in welchem es enthalten ist; dieser Widerspruch scheint mir jetzt so offen zu Tage zu liegen.

Salv. Noch verwunderlicher ist es, dafs einige allerdings auf den Einfall kamen, die Ursache der Gezeiten auf die Bewegung der Erde zurückzuführen, womit sie Zeugnis von einem ungewöhnlichen Scharfsinn ablegten, dafs sie dann aber für die Beibringung eines schlagenden Beweises nichts Erkleckliches leisteten, weil sie das Unzulängliche einer einfachen gleichförmigen Bewegung, wie eine solche z. B. die einfache tägliche Erddrehung ist, nicht bemerkten; es braucht hier vielmehr eine ungleichmäfsige, bald beschleunigte, bald verzögerte Bewegung. Denn bei einer gleichförmigen Bewegung der Gefäfse wird das darin enthaltene Wasser sich an die Bewegung gewöhnen und nimmermehr ein wechselndes Spiel zeigen. Auch die Ansicht, die ein Mathematiker des Altertums aufgestellt haben soll, dafs die Erdbewegung durch ihr Zusammentreffen mit der Bewegung der Mondsphäre und infolge der hieraus entspringenden Kontrastwirkung Ebbe und Flut hervorrufe, ist völlig nichtig[28]); einmal weil unerklärt bleibt und nicht abzusehen ist, wie das zugehen soll; der offenbare Irrtum ergiebt sich aber auch schon daraus, dafs die Erddrehung zu der Mondbewegung gar nicht entgegengesetzt ist, mit ihr vielmehr gleichgerichtet ist. Demnach erweist sich meines Dafürhaltens alles, was man bisher gesagt und ausgedacht hat, als gänzlich hinfällig. Von allen bedeutenden Männern aber, die sothaner wunderbarer Natur-

Zur Erzeugung von Ebbe und Flut genügt nicht eine einfache Bewegung der Erde.

Die Ansicht des Mathematikers Seleukus wird verworfen.

erscheinung ihr Nachdenken gewidmet haben, wundere ich mich zumeist über *Kepler*, mehr als über jeden anderen.[29]) Wie konnte er bei seiner freien Gesinnung und seinem durchdringenden Scharfblick, wo er die Lehre von der Erdbewegung in Händen hatte, Dinge anhören und billigen, wie die Herrschaft des Mondes über das Wasser, die vorborgenen Qualitäten und was der Kindereien mehr sind?

Kepler erfährt einen milden Tadel.

Sagr. Es ist wohl jenen tiefer eindringenden Geistern ebenso ergangen, wie es augenblicklich mir ergeht. Sie haben den verwickelten Zusammenhang jener drei Perioden, der jährlichen, monatlichen und täglichen nicht begreifen können; sie erkannten nicht, wieso die Ursachen dafür scheinbar mit Sonne und Mond in Verbindung stehen, während doch weder Sonne noch Mond mit dem Wasser etwas zu schaffen haben. Zum gründlichen Verständnis der Frage bedarf ich eines angestrengteren längeren Nachdenkens, einstweilen ist meine Vorstellungskraft durch die Neuheit und Schwierigkeit noch umnebelt. Doch gebe ich die Hoffnung nicht auf, die völlige Herrschaft über den Gegenstand zu erlangen, wenn ich im einsamen Kämmerlein noch einmal wiederkäue, was unverdaut in meinem Geiste zurückgeblieben ist. Somit haben uns die Untersuchungen der vier letzten Tage gewichtige Zeugnisse zu Gunsten des kopernikanischen Systems geliefert: dreie davon, nämlich das Stillestehen und Rückwärtsgehen der Planeten, sowie die wechselnde Entfernung derselben von der Erde, sodann die Achsendrehung der Sonne und die Erscheinungen an den Sonnenflecken, drittens endlich die Gezeiten des Meeres sind als hervorragend wichtig zu bezeichnen.

Salv. Man wird vielleicht binnen kurzem noch ein viertes, möglicherweise sogar ein fünftes Argument zu den genannten fügen dürfen; ein viertes nämlich, wenn sich bei den Fixsternen durch sehr genaue Beobachtungen jene winzigen Veränderungen entdecken lassen sollten, die Kopernikus als unmerklich ansieht. Nun ist aber gegenwärtig noch eine fünfte Thatsache bekannt geworden, aus welcher man auf die Bewegung des Erdballs schliefsen kann, vermöge der ungemein scharfsinnigen Entdeckung nämlich, welche ein anderes Mitglied der *Academie dei Lincei* gemacht hat, der Erlauchte Signore *Cesare* aus der hochedlen Familie der *Marsili* von Bologna.[30]) Er setzt in einer von tiefer Gelehrsamkeit zeugenden Schrift auseinander, dafs er eine beständige, freilich äufserst langsame Änderung des Meridians beobachtet habe. Ich habe kürzlich diese Arbeit mit Bewunderung eingesehen und hoffe, dafs der Verfasser sie allen denen zugänglich machen wird, die für die Wunder der Natur sich interessieren.

Signore *Cesare Marsili* beobachtet die Veränderlichkeit des Meridians.

Sagr. Ich höre nicht zum ersten Male von der auserlesenen Ge-

lehrsamkeit dieses Mannes und wie angelegentlich er allen Gelehrten seine Fürsorge und Unterstützung widmet. Wenn er dieses oder ein anderes Werk veröffentlicht, können wir überzeugt sein, dafs es etwas Ausgezeichnetes sein wird.

Salv. Da es nunmehr an der Zeit ist, unsere Untersuchungen zu beschliefsen, so habe ich nur noch eine Bitte an Euch zu richten. Wenn Ihr bei gröfserer Mufse noch einmal meine Ausführungen prüft und dabei auf Schwierigkeiten und Bedenken stofst, die keine treffende Widerlegung gefunden haben, so entschuldigt meinen Fehler teils mit der Neuheit der Idee, teils mit der schwachen Kraft meines Geistes, teils mit der Gröfse des Gegenstandes, teils endlich damit, dafs ich anderen nicht zumute, noch jemals zugemutet habe, dieser phantastischen Meinung den Beifall zu zollen, welchen ich selbst ihr versage. Ich würde kaum etwas dagegen einzuwenden haben, wenn man sie als nichtige Chimäre, als ungeheuerliches Paradoxon bezeichnete. Und wiewohl Ihr, Signore Sagredo, im Laufe unserer Erörterungen Euch oftmals mit grofser Anerkennung für einige meiner Ideen ausgesprochen habt, so ist dies einerseits wohl mehr wegen der Neuheit als wegen der Gewifsheit der Sache geschehen; andererseits aber ist vor allem Euere Höflichkeit daran schuld, derzufolge Ihr glaubtet durch Eueren Beifall mich erfreuen zu sollen; ist es ja doch so natürlich sich der Billigung und des Lobes eigener Erfindungen zu freuen. Und wie mich Euere Freundlichkeit zu Dank verpflichtet hat, ebenso willkommen ist mir der Freimut des Signore Simplicio gewesen; die Ausdauer, mit der er die Lehre seines Meisters so wacker und unerschrocken verfocht, hat ihn mir über die Mafsen lieb und wert gemacht. Wie ich Euch, Signore Sagredo, Dank sage für Euere mir so gewogene Gesinnung, so bitte ich auf der anderen Seite Signore Simplicio um Verzeihung, wenn ich durch ein zu kühnes und zuversichtliches Wort ihn gekränkt haben sollte. Er möge des sicheren Glaubens leben, dafs ich es nicht aus feindseliger Gesinnung gethan habe, sondern blofs um ihm vermehrten Anlafs zu bieten, bedeutende Gedanken zu meiner Belehrung vorzubringen.

Simpl. Diese Entschuldigungen sind mir gegenüber unnötig, der ich das Gebahren in gelehrten Gesellschaften und bei öffentlichen Disputationen aus eigener Erfahrung kenne. Hunderte von Malen habe ich dort die Gegner nicht nur hitzig werden und sich ärgern sehen; nein, sie brachen gar in Schmähungen aus und liefsen sich manchmal fast zu Thätlichkeiten hinreifsen. Was die gepflogenen Erörterungen betrifft, insbesondere die zuletzt geprüfte Frage betreffs der Ursachen von Ebbe und Flut des Meeres, so verstehe ich allerdings die Sache nicht so ganz, aber

nach der, wenn auch noch so unvollkommenen Vorstellung, die ich mir darüber habe bilden können, mufs ich zugeben, dafs Euere Erklärung mir wohl geistvoller erscheint als alle anderen, die ich je gehört habe, gleichwohl halte ich sie nicht für richtig und beweisend. Meinem geistigen Auge schwebt vielmehr stets eine unerschütterlich feststehende Lehre vor[31]), die mir einst eine ebenso gelehrte wie hochgestellte Persönlichkeit gegeben hat. Ich weifs, dafs Ihr beide auf die Frage: Kann Gott vermöge seiner unendlichen Macht und Weisheit dem Elemente des Wassers die abwechselnde Bewegung, die wir an ihm beobachten, nicht auch auf andere Weise mitteilen, als indem er das Meeresbecken bewegt? — ich weifs, sage ich, dafs Ihr auf diese Frage antworten werdet, er vermöge und wisse das auf vielfache, unserem Verstande unerfindliche Weise zu thun. Dies zugegeben, ziehe ich aber sofort den Schlufs, dafs es eine unerlaubte Kühnheit wäre, die göttliche Macht und Weisheit begrenzen und einengen zu wollen in die Schranken einer einzelnen menschlichen Laune.

Salv. Eine bewundernswerte, wahrhaft himmlische Lehre! Mit ihr stimmt jene andere göttliche Satzung vortrefflich zusammen, die uns wohl gestattet, den Bau des Weltalls forschend zu suchen, die uns jedoch für immer versagt, das Werk seiner Hände wirklich zu durchschauen, in der Absicht vielleicht, dafs die Thätigkeit des Menschengeistes nicht abgestumpft und ertötet werde. Lafst uns daher die von Gott verstattete und von ihm gewollte Geistesbethätigung benutzen, um seine Gröfse zu erkennen, um uns mit desto gröfserer Bewunderung für sie zu erfüllen, je weniger wir uns imstande fühlen, in die unergründlichen Tiefen seiner Allweisheit einzudringen.

Sagr. So seien denn hiermit unsere viertägigen Erörterungen endgültig beschlossen. Signore Salviati wird einer Ruhepause bedürfen, die wir ihm trotz unserer Wifsbegier nicht versagen dürfen: doch unter der Bedingung, dafs, wenn es ihm besser pafst, er unseren, insbesondere meinen Wunsch erfüllt und verabredetermafsen in einer oder zwei Sitzungen die unerledigt gebliebenen Probleme behandelt. Vor allem sehe ich mit gespanntester Erwartung den Elementen der neuen, von unserem akademischen Freunde begründeten Wissenschaft entgegen, welche die Ortsbewegungen, natürliche wie gewaltsame, zum Gegenstand hat. Inzwischen lafst uns wie gewöhnlich ein Stündchen die Abendkühle bei einer Spazierfahrt geniefsen; die Gondel erwartet uns bereits.

Ende des vierten und letzten Tages.

HANDSCHRIFTLICHE ZUSÄTZE GALILEIS

ZU DEM

EXEMPLAR DER PADUANISCHEN SEMINARBIBLIOTHEK.

Betreffs derselben vergleiche Vorwort und Einleitung. Die Citate am Schlusse jedes Zusatzes geben an, wo in den Ausgaben von *Toaldo* (Padova 1744) und von *Albèri* (Firenze 1842—56) sowie in der Schrift von *Favaro*: Le Aggiunte Autografe etc. (Modena 1880) die Originalstellen veröffentlicht sind.

1) Über die Einführung von Neuerungen. Wie kann man zweifeln, dafs es zu den schwersten Ärgernissen führen mufs, wenn die von Gott frei geschaffenen Geister gezwungen werden sollen, sich sklavisch fremdem Willen zu fügen? wenn man die eigenen Sinne verleugnen und sie fremder Willkür soll unterwerfen müssen? wenn man Leute, die jeder Sachkenntnis ermangeln, zu Richtern über Fachmänner macht und ihnen eine Autorität verleiht, vermöge deren sie diese nach ihrem Gutdünken behandeln? Das sind die Neuerungen, welche den Ruin eines Gemeinwesens, die Untergrabung eines Staates herbeiführen können. [*Fav.* pag. 15.]

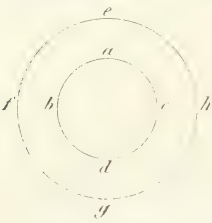
2) Scharfsinnige Kommentatoren knüpfen an unbedeutende, wenig gehaltvolle Schriften (*Sacrobosco* u. a.) bewundernswerte Ausführungen und Deutungen, ebenso wie ein ausgezeichneter Koch durch seine Zuthaten eine an und für sich unschmackhafte Speise für jeden, der sie kostet, wohlschmeckend zuzubereiten weifs. [*Toaldo* pag. 295, *Alb.* pag. 449, *Fav.* pag. 15.]

3) Viele thun sich etwas zu gute darauf, wenn sie zur Bestätigung ihrer Ansichten zahlreiche Autoritäten anführen können; ich möchte die meinigen zuerst und allein gefunden haben. [*Toaldo* pag. 289, *Albèri* pag. 440, *Fav.* pag. 16.]

4) Hütet Euch, Theologen, aus der Lehre von der Bewegung und der Ruhe der Sonne und der Erde einen Glaubensartikel zu machen und Euch damit vielleicht der Gefahr auszusetzen, dafs Ihr seiner Zeit diejenigen wegen Ketzerei verurteilen müfst, welche behaupten, die Erde stehe fest und die Sonne bewege sich vom Platze; seiner Zeit, sage ich, wenn nämlich sinnlich oder durch zwingenden Beweis dargethan sein wird, dafs sich die Erde bewegt und die Sonne feststeht. [*Fav.* pag. 16.]

5) Wenn ein Kreis sich innerhalb eines anderen bewegt, so hat man seine Bewegung für übereinstimmend mit der Bewegung oder mit der Teilung des äufseren Kreises zu erklären, je nachdem sich die Teile des inneren Kreises zu den ihnen zugewendeten des äufseren verhalten. Man wird also sagen, der innere Kreis *abcd* bewege

sich in Richtung der Teile *efgh* des äufseren, sobald die Rotation vom Punkte *d* nach *a* und von *a* nach *b* gerichtet ist; denn dies sind die dem Bogen *hef* zugekehrten Teile. Hingegen wird man nicht sagen dürfen, besagte Bewegung sei entgegengesetzt der Richtung *hef*, weil die Bewegung der Teile *bcd* entgegengesetzt der Richtung *hef* sei; denn *bcd* ist nach *fgh* hingewendet und verläuft in derselben Richtung wie dieses. Soviel zur Aufklärung der verworrenen Bemerkungen *Scheiners* bezüglich der Rotation der Sonnenflecken, die von West nach Ost gerichtet heifsen mufs. [*Toaldo* pag. 252, *Alb.* pag. 382, *Fav.* pag. 16f.]



6) Denen, die Anstofs daran nehmen, weil die ganze Philosophie umzugestalten sei, zeige man, dafs dem nicht so ist und dafs die Lehre von der Seele, von der Zeugung, von den Meteoren, von den Tieren unverändert bleibt. [*Toaldo* pag. 44, *Alb.* pag. 44, *Fav.* pag. 17.]

7) Diejenigen, welche die jährliche Bewegung nicht annehmen wollen, weil der Erdball dann bald zu steigen, bald zu sinken habe, fertige man in folgender Weise ab. Man frage, ob sie einverstanden wären, wenn die Erde nicht zu steigen hätte. Man erkläre sodann, dafs sie dasselbe von einem Schiffe sagen könnten, welches die Erde umfährt. Da sie nun unter Bewegungen, die weder auf- noch abwärts gerichtet sind, solche verstehen, die in Kreisen stattfinden, deren Pol der Zenith ist, so füge man die weitere Bemerkung hinzu, dafs alle Kreise irgendwelchen Zenith zum Pole haben, dafs wir Bewohner von Toskana kein Vorrecht vor den Portugiesen oder Persern geniefsen. Gleichwie nun die Bewegung um den Erdball auf jedem Kreise weder ansteigt noch abwärts gerichtet ist, ebenso ist es mit den Kreisen am Himmel u. s. w. [*Toaldo* pag. 236, *Alb.* pag. 357, *Fav.* pag. 17f.]

8) Ich frage: Die Flut u. s. w. ist entweder nur auf eine Weise oder auf mehrere Weisen erklärbar. Wenn auf eine, so wird sie durch die Erdbewegung hervorgebracht, da es klar ist, dafs diese ihr Vorhandensein zur Folge hat; wenn auf mehrere, so untersuche ich, auf welche Weise sie hervorgebracht wird. [*Fav.* pag. 18.]

9) Das Stillestehen, die wechselnde Entfernung [der Planeten], die Bewegungen der Flecken, die Veränderungen an den Fixsternen, die Gezeiten des Meeres, alle diese verschiedenen Erscheinungen, welche durch die Erdbewegung erklärt werden, sind ein mehr als zwingendes Argument. [*Fav.* pag. 18.]

10) [Salv.] Aus dem Widerstande, den die Teile der Erde dem Entfernen vom Boden entgegensetzen, darf man ebenso wenig schliefsen,

dafs der ganze Erdball sich der Verschiebung der jährlichen Erdbewegung widersetzt, wie man aus dem Widerstande des Vogelleims gegen eine Trennung seiner Teile folgern darf, dafs ein Gefäfs voll Vogelleim beträchtlich schwerer zu bewegen sei, als ein mit Wasser oder etwas anderem gefülltes; denn sonst müfste eine Wanne voll Blei hundertmal mehr Widerstand der Bewegung entgegensetzen, als wenn sie mit Quecksilber gefüllt ist. Ihr dürft nicht glauben, Signore Simplicio, weil der Bogen sich so schwer nach der Kerbe hin bewegen und biegen läfst, dafs die ganze Armbrust gleichermafsen gegen eine Bewegung in diesem Sinne Widerstand leistet; noch auch macht es mehr Schwierigkeit ein Tau nach der einen oder anderen Richtung hin zu bewegen, weil seine Teile Widerstand gegen das Zerreifsen zeigen, sobald einer nach Osten, einer nach Westen daran zieht. Da die Teile der Erde allenthalben einer Bewegung nach dem Zenith hin sich widersetzen, dem Nadir hingegen zustreben, so hat dies zur Folge, dafs der ganze Ball keinerlei Widerstand gegen die Bewegung im einen oder anderen Sinne leistet.

Simpl. Aber ich sehe doch, dafs ein Gefäfs voll Leim einen bedeutenden Widerstand leistet, wenn man es heben will.

Salv. Ja, aber dieser Widerstand ist ganz verschieden von dem Trennungswiderstande der Teile. Dieser beruht auf der Klebrigkeit, welche sich nach jeder Seite hin als Bewegungshemmnis geltend macht, jener auf der Schwere, die nur der Bewegung nach oben Widerstand entgegensetzt. Im Falle des Leims, der nach allen Richtungen hin Widerstand leistet, ergiebt sich, dafs das ganze Gefäfs nach keiner Richtung hin Widerstand leistet; ebenso ergiebt sich im Falle der schweren Körper, welche bezüglich des ganzen Erdballs nach allen Richtungen hin Widerstand leisten — denn sie widersetzen sich der Bewegung nach jedwedem Zenith — dafs der ganze Erdball nach keiner Seite hin ein Widerstreben hat. [*Toaldo* pag. 236 f., *Fav.* pag. 18 f.]

11) Die Zeit einer durch Wasser getriebenen Uhr kann vielleicht zur Messung der Stunden u. s. w. dienen. [*Fav.* pag. 20.]

12) Ein günstiger Wind fördert den minder schnell bewegten Körper, ein entgegengesetzter hemmt ihn; also übt die gleich schnell bewegte Luft keinerlei Wirkung. [*Toaldo* pag. 175, *Alb.* pag. 261, *Fav.* pag. 20.]

13) Die Teile der Erde haben in der Weise einen Trieb nach dem Mittelpunkte derselben, dafs, wenn jene ihren Ort veränderte, die genannten Teile, trotz ihrer Trennung von dem in Bewegung begriffenen Erdball, ihm überallhin folgen würden. Als Erläuterung dazu mögen die Mediceischen Gestirne angeführt werden, welche den Jupiter be-

ständig begleiten, obgleich sie von ihm getrennt sind. Dasselbe gilt von dem Monde, der stets genötigt ist, der Bewegung der Erde zu folgen. Es diene dies zur Belehrung der Einfältigen, welche es unbegreiflich finden, wieso diese beiden Bälle, ohne durch eine Kette mit einander verbunden zu sein und ohne an einem gemeinsamen Spiefse zu stecken, sich gegenseitig folgen, sodafs bei Beschleunigung oder Verzögerung des einen auch der andere sich schneller oder langsamer bewegt. [*Toaldo* pag. 232, *Alb.* pag. 351, *Fav.* pag. 21.]

14) **Salv.** Ich behaupte, kein Ding bewegt sich von Natur geradlinig. Gehen wir dazu über dies näher zu erörtern. Die Bewegungen aller Himmelskörper sind kreisförmig; Schiffe, Wagen, Pferde, Vögel, alles bewegt sich kreisförmig um den Erdball; die Bewegungen der Teile der Tiere sind sämtlich kreisförmig: kurz, wir werden zur Annahme genötigt, dafs nur *gravia deorsum* und *levia sursum* sich scheinbar geradlinig bewegen; aber auch dessen sind wir nicht gewifs, wenn nicht zuerst bewiesen wird, dafs der Erdball unbeweglich ist. [*Toaldo* pag. 129, *Alb.* pag. 185, *Fav.* pag. 21.]

15) **Simpl.** Obgleich ich keine zwingenden Gründe für sothane Behauptung anzuführen weifs, ist es doch nicht ausgeschlossen, dafs ein anderer das zu leisten vermöchte.

Salv. Seht Euch doch vor, diese Behauptung nicht für falsch zu halten; denn ich versichere Euch, weder Ihr noch sonst jemand auf der Welt wird imstande sein einen triftigen Beweis dafür beizubringen. Es wäre wohl möglich, dafs ich nicht imstande bin das Fehlerhafte des Beweises aufzudecken; dafs er aber richtig sei, das ist durchaus unmöglich. [*Fav.* pag. 22.]

16) **Simpl.** Wenn ich den Himmel betrachte und den ungeheueren Raum bedenke, der sich zwischen Ost und West erstreckt, scheint es mir doch sehr auffallend, dafs ich die Bewegung eines Sternes nicht soll wahrnehmen können, der denselben in der kurzen Zeit von 10 bis 12 Stunden zurücklegt.

Salv. Wenn Ihr nun den Zeiger der Uhr betrachtet, die sich dort an der Wand befindet, nehmt Ihr denn dessen Bewegung wahr? und doch hat er gleichfalls in 12 Stunden einen Halbkreis zurückzulegen.

Simpl. Nein, aber wie kann man einen Halbkreis, der vielleicht einen 4 bis 6 Ellen langen Bogen bildet, mit dem ungeheueren Raum vergleichen, welchen der Bogen von Ost nach West am Firmament einnimmt, ein Bogen, der soviel Tausende von Tausenden von Miglien lang ist? [*Toaldo* pag. 97f., *Alb.* pag. 133f., *Fav.* pag. 22.]

17) Von zwei Systemen ist eines weifs, das andere schwarz. Wer

nicht völlig blind ist, mufs das weifse erkennen können; so sagt mir denn freimütig, welches Euch weifs vorkommt. [*Fav.* pag. 23.]

17a) Ich stehe in theologischen Dingen ebenso hinter Euch zurück, wie als Sammler von Skulpturen hinter dem Grofsherzoge. Dennoch besitze ich eine einzige kleine Kamee, die schöner ist als irgend eine des Grofsherzogs. Ebenso glaube ich in diesem einzigen besonderen Falle, wo es sich darum handelt, was man in Sachen der kopernikanischen Lehre beschliefsen soll, manche im übrigen [mir weit überlegene theologische] Schriften zu übertreffen. [*Fav.* pag. 23.]

18) **Salv.** Hier könnt Ihr nicht umhin, Signore Simplicio, zu gestehen, dafs zur Bestätigung der einen Ansicht nur nichtige Gründe, zu Gunsten der anderen hingegen höchst treffende beigebracht worden sind. Sagt nun, welche Euch triftig und welche Euch eitel erscheinen.

Simpl. Ich sage nur soviel, dafs möglicherweise für den von mir gebilligten Standpunkt weder von Aristoteles noch von Ptolemäus die richtigen und zwingenden Gründe angeführt worden sind; dies darf aber der Sache selbst keinen Abbruch thun und nicht zur Folge haben, dafs man die andere Ansicht billigt, welche durch bestechendere Gründe nicht sowohl Rechtfertigung als vielmehr ein glänzendes Ansehen gewonnen hat.

Salv. So gesteht mir wenigstens zu, dafs die Gönner des Kopernikus die Gründe des Aristoteles und des Ptolemäus, welchen das Publikum bisher Beifall zollte, indem es sie für beweisend hielt, widerlegt haben. Ihr werdet dann zum mindesten eine neutrale Stellung einnehmen müssen, bis klarere Beweise zum Vorschein gekommen sind, als die bis jetzt dagewesenen. Und man wird die Kopernikaner, welche die Trugschlüsse des Aristoteles und des Ptolemäus aufgedeckt haben, nicht verspotten dürfen, blofs um der Autorität jener beiden grofsen Männer willen, welche trotz ihrer Gröfse vor eben jenen Kopernikanern sehr klein dastehen. [*Toaldo* pag. 325, *Alb.* pag. 500, *Fav.* pag. 23f.]

19) **Salv.** Du Aristoteles setzest fest, einfache Bewegungen seien die, welche längs einfacher Linien erfolgen, und nennst die Gerade und den Kreis einfache Linien. Wenn nun die Einfachheit der Bewegung bedingt sein soll durch die Einfachheit der Linie, [so mufs doch die Bewegung längs einer durch den Mittelpunkt laufenden geraden Linie einfach genannt werden] und wird als solche die natürliche Bewegung irgend welches einfachen Körpers sein können; dasselbe wird auch noch der Fall sein, wenn die Gerade den Kreis schneidet, ohne durch den Mittelpunkt zu gehen. Dennoch wirst du in jenem Falle behaupten, dafs die Bewegung längs einer und der-

selben Geraden bis zum Centrum entgegengesetzt sei der darauf folgenden über das Centrum hinaus; du wirst dann nicht mehr zugeben, dafs ein und dieselbe Bewegung, welche du wegen ihrer Geradlinigkeit einfach genannt hast, einem und demselben einfachen Körper zukommen kann, sondern du wirst behaupten, dafs innerhalb derselben geraden Linie entgegengesetzte Bewegungen stattfinden. Damit die einfache Bewegung und der einfache Körper einander entsprechen, mufs man eine Bewegung statuieren, deren Einfachheit von etwas anderem als von der Einfachheit der Linie abhängt. Denn sonst würde die Bewegung der schweren Körper nach dem Centrum hin nicht in höherem Grade charakteristisch und natürlich für sie sein als die von dem Centrum weg. [*Toaldo* pag. 30, *Alb.* pag. 21, *Fav.* pag. 24.]

ANMERKUNGEN.

Widmung, Vorrede, erster Tag.

1) **p. 1.** Die Widmung hat die Form eines Briefes an den Grofsherzog Ferdinand II. von Toskana; das Datum fehlt, mufs aber in das Druckjahr 1632 fallen. Vgl. die Fufsnote von Albèri Op. I, 10.

2) **p. 4.** Über die Vorrede im allgemeinen vergl. Einleitung p. LXV.

3) **p. 5.** Der Name Peripatetiker bedeutet eigentlich die Umherwandelnden. — Die vier aristotelischen Principien, von denen gleich nachher die Rede ist, sind bekanntlich: Form (*οὐσία*), Stoff (*ὕλη*), bewegende Ursache (*ἀρχὴ κινήσεως*), Zweck (*τὸ οὗ ἕνεκα*).

4) **p. 6.** Der Ausdruck barmherzige Pflegeväter *(padri caritativi)* ist wohl Anspielung darauf, dafs es Mönche waren, die sich den galileischen Gedanken aneigneten.

5) **p. 7.** Über Sagredo, Salviati und Simplicio s. Einleitung p. XLIX ff.

6) **p. 9.** Natürliche Gründe *(ragioni naturali)* bilden den Gegensatz zu theologischen, auf der Autorität der Bibel, der Kirchenväter und der Kirchenlehre beruhenden; es werden darunter bei Galilei in der Regel nicht speciell naturwissenschaftliche Gründe verstanden.

7) **p. 9.** Die von Galilei himmlisch genannte Substanz ist der *αἰθήρ* (Äther), das *πέμπτον στοιχεῖον*, die *quinta essentia*, das fünfte Element. Demgegenüber stehen nach aristotelischer Lehre die schlechthin sogenannten vier Elemente. Die Herleitung der Äthereigenschaften nach aristotelischer Weise findet sich p. 40.

8) **p. 9.** „Er" = Aristoteles, der Begründer der peripatetischen Schule.

9) **p. 10.** Die nun folgenden aristotelischen Beweise für die Unmöglichkeit von mehr als drei Dimensionen sind freilich nichtig; aber der späterhin von Galilei dem Salviati in den Mund gelegte, der übrigens weder im Princip noch in der Ausführung originell ist, sondern in ganz ähnlicher Weise sich z. B. bei *Clavius (Chr. Clavii in Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco Commentarius.* 3. Aufl. Romae 1585, p. 13 ff.) findet, ist gleichfalls unzulänglich und kann höchstens als eine Erläuterung des Sinnes der Behauptung gelten, nicht aber als ein wirklicher Beweis. Ein solcher läfst sich überhaupt schwerlich erbringen (vgl. jedoch Überwegs Versuche), da die Dreidimensionalität entweder als reine Erfahrungsthatsache zu betrachten ist oder als begründet in der Beschaffenheit des menschlichen Intellekts. Weder Aristoteles noch Galilei liefsen sich träumen, dafs man dereinst eine Geometrie von vier- und mehrdimensionalen Räumen aufstellen werde, wie dies neuerdings geschehen ist. Vgl. die Habilitationsschrift von Riemann, Über die Hypothesen, welche der Geometrie

zu Grunde liegen (1854); Helmholtz, Populäre wissenschaftliche Vorträge. 3. Heft (Braunschweig 1876): Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome.

10) p. 10. Weil die Drei alles, die Dreiheit allseitig ist. Vgl. De coelo I, 1. 268, a, 9 *διὰ τὸ τὰ τρία πάντα εἶναι καὶ τὸ τρὶς πάντῃ.* — *Ad pleniorem scientiam,* logischer Schulausdruck, durch welchen nach erbrachtem Beweise weitere Erörterungen zu Gunsten der These angereiht werden. — Jedes, All und Vollkommenes, griechisch (De coelo I, 1. 268, a, 20): *τὰ πάντα, τὸ πᾶν, τὸ τέλειον.* — begrifflich (ital. *formalmente*) entspricht dem griechischen *κατὰ τὴν ἰδέαν.*

11) p. 11. Plato spricht ähnliche Gedanken öfters aus, so Epinomis 977c. *εἴπερ ἀριθμὸν ἐκ τῆς ἀνθρωπίνης φύσεως ἐξέλοιμεν, οὐκ ἄν ποτέ τι φρόνιμοι γενοίμεθα.*

12) p. 12. Die Anekdote, auf welche hier angespielt wird, findet sich bei Macrobius, Saturn. I, 6. Galilei kannte sie wohl aus den Gesta Romanorum, wo sie wiederholt wird. Der Jüngling hiefs Papirius; er hatte seiner Mutter vorgeredet, der Senat habe über die Frage verhandelt, ob besser ein Mann zwei Frauen oder eine Frau zwei Männer solle heiraten dürfen. Die Frauen der Stadt beschworen daraufhin den Senat, die Frage in letzterem Sinne zu entscheiden.

13) p. 12. Die platonische Lehre von dem unbewufsten Wissen und der Wiedererinnerung gehört zu den Lieblingsgedanken Galileis; sie wird zu wiederholten Malen im Laufe des Dialogs vorgebracht. Vgl. p. 26. 95. 152. 165 f. 176. 202. 266. 393.

14) p. 14. Vgl. Ar. Metaph. I^{min}, 3. 995, a, 14: *Τὴν δ' ἀκριβολογίαν τὴν μαθηματικὴν οὐκ ἐν ἅπασιν ἀπαιτητέον, ἀλλ' ἐν τοῖς μὴ ἔχουσιν ὕλην· διόπερ οὐ φυσικὸς ὁ τρόπος, ἅπασα γὰρ ἴσως ἡ φύσις ἔχει ὕλην.*

15) p. 15. Aristoteles unterscheidet dreierlei Veränderungen, quantitative, qualitative und örtliche (*κίνησις κατὰ τὸ ποσόν, κατὰ τὸ ποιόν, κατὰ τὸ ποῦ*). Die Verschiedenartigkeit der letzteren giebt ihm Veranlassung zu der Unterscheidung von irdischem oder elementarem und Himmelsstoff.

16) p. 16. Die Natur wird von Aristoteles als Princip der Bewegung und der Ruhe definiert z. B. Phys. II, 1. 192, b, 14: *ἀρχὴ κινήσεως καὶ στάσεως.*

17) p. 16. Hier scheint Galilei entweder einen Flüchtigkeitsfehler begangen oder eine abweichende Lesart im aristotelischen Texte (oder in der lateinischen Übersetzung) vorgefunden zu haben. Die bekannteren Ausgaben lesen (De coelo I, 2. 268, b, 16): *τὴν γὰρ φύσιν κινήσεως ἀρχὴν εἶναί φαμεν αὐτοῖς.* Es ist also an dieser Stelle in der That von der Natur nur als der Ursache der Bewegung die Rede. Nach der Vermutung von Favaro (*Appendice Prima alla Libreria di Galileo Galilei.* Roma Tipografia delle scienze matematiche e fisiche 1888. p. 2) hat Galilei die griechisch-lateinische Ausgabe der aristotelischen Werke besessen, welche 1597 bei Guillelmus Laemarius erschien; vielleicht würde sich durch Vergleichung dieser mir nicht zugänglich gewesenen Aristoteles-Ausgabe der Sachverhalt aufklären lassen. — Dafs Aristoteles konsequenterweise von Natur unbewegte Körper hätte annehmen müssen, wird später noch weiter ausgeführt. S. p. 34. 48.

18) p. 20. Dies geschieht p. 33.

19) p. 20. Der Name *κόσμος* — und ebenso der lateinische *mundus*

und der italienische *mondo* — bedeutet ursprünglich Ordnung, Schmuck. Über die Geschichte des Wortes findet man Auskunft in Humboldts Kosmos (Stuttgart 1870. Bd. I. p. 49). Aristoteles und seine Schule schlugen den philosophischen Wert von Etymologieen hoch an.

20) p. 20. Aus dieser und mancher anderen Stelle des Dialogs scheint hervorzugehen, dafs Galilei noch weit davon entfernt war, das Beharrungsgesetz, dessen Entdeckung ihm gewöhnlich ohne weiteres zugeschrieben wird, voll erkannt zu haben. Wenn überhaupt von natürlichen Bewegungen heute noch die Rede sein kann, so müssen darunter Bewegungen verstanden werden, die von keiner äufseren Kraft beeinflufst werden. Dann aber müssen wir gerade umgekehrt wie Galilei sagen: Alle natürlichen Bewegungen sind geradlinig. Doch ist nicht zu vergessen, dafs die verschiedenen Partieen des Dialogs aus sehr verschiedener Zeit stammen und die vorliegende gewifs zu den ältesten gehört. S. Einleitung p. XVII.

21) p. 20. Vgl. Arist. De coelo I, 4. 271, a, 33: *ὁ θεὸς καὶ ἡ φύσις οὐδὲν μάτην ποιοῦσιν.*

22) p. 21. Die Auffassung der geradlinigen Bewegung als einer der wohlgeordneten Welt widersprechenden ist von Galilei dem Kopernikus entnommen worden. S. Cop. De rev. p. 23 der Thorner Ausgabe: *Rectus ergo motus non accidit, nisi rebus non recte se habentibus, neque perfectis secundum naturam, dum separantur a suo toto et eius deserunt unitatem.* Kopernikus selbst entlehnte wohl diese Ansicht den Alten. S. Plutarchi De facie in orbe lunae VIII, 2: *οὐχ ὡς μέσον οὖσα τοῦ παντὸς ἡ γῆ μᾶλλον, ἢ ὡς ὅλον οἰκειώσεται μέρη αὐτῆς ὄντα τὰ βάρη . . .* 3. *Ὡς γὰρ ὁ ἥλιος εἰς ἑαυτὸν ἐπιστρέφει τὰ μέρη ἐξ ὧν συνέστηκε, καὶ ἡ γῆ τὸν λίθον ὥσπερ ἴδιον καὶ προσήκοντα δέχεται καὶ φέρει πως ἐκεῖνον.* Wir haben in solchen Stellen ein antikes Surrogat für eine Gravitationstheorie, dem man vielleicht noch nicht die genügende Beachtung geschenkt hat. Vgl. auch die eine Ahnung der allgemeinen Gravitation enthaltenden Stellen p. 36. 102 f. 260.

23) p. 21 u. 31. Die Beziehung auf Plato bei Gelegenheit dieser galileischen Schöpfungshypothese findet sich nicht nur an vorliegender Stelle, sondern auch bei Reproduktion der Hypothese in den *Discorsi* (Op. XIII, 237). Indessen spricht Plato meines Wissens nirgends davon, dafs die Himmelskörper anfänglich sich geradlinig bewegten, sondern nur, dafs alles Sichtbare ursprünglich in verworrener und ungeordneter Bewegung begriffen war. Die bezügliche Stelle findet sich Timaeus 30 A: *οὕτω δὴ πᾶν ὅσον ἦν ὁρατὸν παραλαβὼν [ὁ θεὸς] οὐχ ἡσυχίαν ἄγον ἀλλὰ κινούμενον πλημμελῶς καὶ ἀτάκτως εἰς τάξιν αὐτὸ ἤγαγεν ἐκ τῆς ἀταξίας.* Trotz der geringen Übereinstimmung der Worte Platos mit der von Galilei ausgesprochenen Ansicht scheint doch diese Stelle ihm vorgeschwebt zu haben, wenn er nicht etwa ganz willkürlich eine Autorität zum Schutz für seine überkühne Idee hat anführen wollen. Die Stelle mufste ihm umsomehr bekannt sein, als sie bei Aristoteles (De coelo III, 2. 300, b, 16) citiert und heftig bekämpft wird. Galilei mag seine Ansicht sich gebildet haben, ehe er Kenntnis von der Stelle bei Plato hatte, und nachher unwillkürlich in ihr eine Bestätigung gefunden haben, und zwar in höherem Mafse, als nach den Worten Platos gerechtfertigt ist. Auch Chiaramonti in seiner *Difesa al suo Antitycone e libro delle tre nuove stelle* (Firenze 1633) schreibt p. 275: „Ich gestehe, eine derartige Äufserung bei Plato nicht zu finden".

24) p. 21. Über die *Accademia dei Lincei* vgl. Einl. p. XXVI. Selbstverständlich ist der hier und öfters erwähnte Akademiker kein anderer als Galilei selbst.

25) p. 23. Diese Bemerkung Galileis, die er handschriftlich dem in der paduanischen Seminarbibliothek aufbewahrten Exemplar des Dialogs hinzugefügt hat (vgl. Einl. p. LXXVI), macht sehr richtig darauf aufmerksam, dafs es wirkliche Momentankräfte (*forces instantanées*) nicht giebt, dafs der Stofs nur annähernd als solche gelten kann. Galilei hat seine Ansichten über den Stofs ausführlicher in den *Discorsi, Giornata sesta* niedergelegt. S. insbesondere Op. XIII, 330ff.

26) p. 23. Pulsschläge dienen bei Galilei und sonst (z. B. bei Cardanus) öfters als Mafs für kleine Zeitintervalle. Von Galilei erst rührt ja der Gedanke her, Pendelschwingungen statt dessen zu benutzen. — Über die Elle (*braccio*) vgl. zu p. 100.

27) p. 24. Galilei denkt an das Gesetz der kommunicierenden Gefäfse oder an den Springbrunnen. — Im folgenden wird wohl zum ersten Male in der Geschichte der Physik von dem Gesetz der Erhaltung des Antriebs (*impeto*) — oder der lebendigen Kraft, wie man seit Leibniz zu sagen pflegt — Gebrauch gemacht.

28) p. 25. Das anscheinende Paradoxon, dessen Knoten im folgenden mit pädagogischer Meisterschaft geschürzt und gelöst wird, ist genau dasselbe, wie wenn man zwei gleichschenklige Dreiecke von gleicher Grundlinie, aber verschiedener Höhe vergleicht: obwohl dann jeder „Breite" des einen Dreiecks eine gleiche des anderen entspricht, obwohl die Breite an der Spitze und Basis, sowie die Durchschnittsbreite bei beiden übereinstimmen, so ist doch die Höhe und der Flächeninhalt verschieden, und man wird das Dreieck mit der gröfseren Höhe schmäler nennen dürfen. Im vorliegenden Falle entsprechen den Höhen die Fallzeiten, die zum Zurücklegen der ganzen Strecken CA und CB erforderlich sind; den Breiten, oder besser noch den halben Breiten, die jeweiligen Fallgeschwindigkeiten; den Flächen die gesamten zurückgelegten Strecken CA und CB.

29) p. 28. Man erwartet in diesem Zusammenhange eher: „Da das Verhältnis zweier gleichen Gröfsen (nämlich der beiden gleichen Zeiten) zu einander gröfser ist, als das Verhältnis einer kleineren zu einer gröfseren (nämlich der Strecke CT zu der Strecke CB)." Die von Galilei vorgenommene Vertauschung der inneren Glieder dieser Proportion trägt nicht eben zur Verdeutlichung der ohnehin für Laien etwas schwierigen Stelle bei.

30) p. 28. Diese Untersuchungen des „Akademikers" (vgl. zu p. 21) sind in den *Discorsi* enthalten. Der specielle Satz — in etwas anderer Form — findet sich Op. XIII, 181 (Theorema VI, Propositio VI). Der nachher (p. 29) benutzte Satz, dafs die am Schlufs der Fallzeit erreichte Geschwindigkeit genügt, um den Körper während einer der Falldauer gleichen Frist über das doppelte der durchfallenen Strecke zu führen, findet sich ebenfalls in den *Discorsi* (Op. XIII, 204. Theor. XVI. Prop. XXV).

31) p. 30. Diese Schlufswendung der bisher so schönen Entwicklung ist natürlich verfehlt. Man darf höchstens schliefsen wollen, dafs ein Übergang von der Ruhe zur Bewegung mit endlicher Geschwindigkeit nicht möglich ist; dafs aber zur Erzielung einer kreisförmigen Bewegung mit gleichförmiger Geschwindigkeit eine geradlinig beschleunigte Bewegung

vorangegangen sein muſs und wie ein solcher Übergang bei den Planeten vor sich gegangen sein soll, ist nicht einzusehen. Dies hob schon der sonst gewiſs nicht sehr geistvolle Gegner Galileis Antonio Rocco, der in seinen *Esercitazioni filosofiche* (Venezia 1633; abgedruckt im 2. Bande der Alberischen Ausgabe) Aristoteles gegen Galilei verteidigt, nicht mit Unrecht hervor. Vgl. Op. II, 147—152, sowie die Briefe Fra Fulgenzio Micanzios vom 25. Februar und 18. März 1634. Op. X, 19 u. 23. — Die hieran anknüpfende Untersuchung über die Einheit des Schöpfungscentrums und über dessen Lage ist daher gleichfalls verfehlt. Nach der im wesentlichen gewiſs richtigen Schöpfungshypothese von Kant und Laplace sind gerade umgekehrt die Planeten aus der Sonne hervorgegangen, von ihr fortgeschleudert worden, während sie nach Ansicht Galileis nach der Sonne hingefallen sind. Interessant ist die galileische Kosmogonie übrigens insofern, als sich aus ihr eine leicht herzuleitende Beziehung zwischen der Umlaufszeit eines Planeten und seiner Entfernung von der Sonne ergiebt. Trotz der gegenteiligen Versicherung G.s steht jedoch diese Relation nicht im Einklang mit den Thatsachen. Die richtige Beziehung wird vielmehr durch das dritte keplersche Gesetz (1619) angegeben, welches besagt, daſs die Quadrate der Umlaufszeiten sich verhalten wie die Kuben der mittleren Entfernungen von der Sonne. Die keplerschen Gesetze scheinen Galilei zeitlebens unbekannt geblieben zu sein.

32) **p. 30.** Dies ist die einzige Art des Beharrungsgesetzes, die sich — wenigstens in abstrakter Formulierung — bei Galilei findet. Wie wir in der Einleitung (p. XIX ff.) hervorgehoben haben, ist sie weder allgemein, noch strenge richtig. Wenn die Anwendungen, die Galilei in den Discorsi auf die Wurfbewegung und bei sonstiger Veranlassung macht, gleichwohl richtige Ergebnisse liefern, so liegt dies daran, daſs er bei Bewegungen innerhalb eines kleinen Bereichs das in Betracht kommende Stück des Kreisbogens als eine gerade Linie betrachtet; er entschuldigt sich aber ausdrücklich wegen dieses vermeintlich bloſs angenähert richtigen Verfahrens. S. Op. XIII, 227 ff.

33) **p. 32.** Sowohl Galilei als Sagredo haben sich mit der Konstruktion von Thermometern oder Thermoskopen beschäftigt, wenngleich die häufig Galilei zugesprochene Priorität der Erfindung nicht sicher gestellt ist. Aus der Erwähnung von bestimmten Wärmegraden darf man aber nicht etwa schlieſsen wollen, daſs diese Instrumente feste Punkte hatten, die sie unter einander vergleichbar machten. Unter „Graden" wird vielmehr nur eine unbestimmte Maſseinheit verstanden, wie gleich nachher von zehn Grad Geschwindigkeit gesprochen wird, ohne daſs dabei an ein absolutes Maſs derselben gedacht würde.

34) **p. 33.** Im Original steht *gradi di tardità minori;* in Anbetracht des sonstigen Sprachgebrauchs bei Galilei kann dies nur ein Druckfehler für *gradi di tardità maggiori* sein.

35) **p. 34.** Vgl. Arist. De coelo I, 2. 269, b, 9 *φαίνεται ἔν γε τοῖς ἄλλοις τάχιστα φθειρόμενα τὰ παρὰ φύσιν.* Ib. II, 14. 296, a, 32 *διόπερ οὐχ οἷόν τ' ἀΐδιον εἶναι, βίαιόν γ' οὖσαν καὶ παρὰ φύσιν.*

36) **p. 34.** Vgl. p. 16.

37) **p. 34.** Vgl. Arist. De anim. gen. III, 10. 760, b, 31: *τότε τῇ αἰσθήσει μᾶλλον τῶν λόγων πιστευτέον, καὶ τοῖς λόγοις, ἐὰν ὁμολογούμενα*

δεικνύωσι τοῖς φαινομένοις. — Die im folgenden verwendeten lateinischen Bezeichnungen *deorsum* (abwärts), *sursum* (aufwärts), *ad medium* (nach der Mitte), *a medio* (von der Mitte) waren als technische Ausdrücke so bekannt, dafs sie auch in nicht-lateinischen Schriften beibehalten wurden. Die aristotelische Lehre von der natürlichen Bewegung der Elemente ist z. B. auseinandergesetzt De coelo IV, 4. — *Eadem est ratio totius et partium* (das Ganze verhält sich ebenso wie seine Teile). Vgl. De coelo I, 3. 270, a, 11: *ὁ γὰρ αὐτὸς λόγος περὶ ὅλου καὶ μέρους.*

38) **p. 35.** Vgl. namentlich p. 173, wo die sonderbare Ansicht aufgestellt wird, die absolute Bewegung eines fallenden Körpers sei kreisförmig.

39) **p. 36.** *Contra negantes principia non est disputandum:* Wer die Axiome leugnet, mit dem ist keine wissenschaftliche Diskussion möglich. Vgl. Arist. Phys. I, 1. 185, a, 1; ib. VIII, 3. 253, b, 2.

40) **p. 36.** Vgl. Arist. De coel. II, 14.

41) **p. 37.** *Per accidens* (durch zufälliges Zusammentreffen) griechisch: *κατὰ συμβεβηκός.*

42) **p. 37.** Die Verdienste des Aristoteles um die Logik werden auch anderwärts (vgl. p. 137) hervorgehoben. Seine auf diesen Teil der Philosophie bezüglichen Schriften pflegen in ihrer Gesamtheit Organon (= Instrument, Werkzeug) genannt zu werden.

43) **p. 38.** Leonardo da Vinci schrieb einen *Trattato della pittura,* der allerdings erst 1651 gedruckt wurde.

44) **p. 39.** Galilei, im Gegensatz zu Kepler, neigt der Ansicht von der Unendlichkeit des Weltalls zu, die insbesondere von dem unglücklichen Giordano Bruno vertreten wurde. Vgl. zu p. 334 und Einleitung p. XLIV.

45) **p. 40.** Die gewählte Übersetzung hat die Richtigkeit der überlieferten Lesart zur Voraussetzung. In der ed. pr. (p. 29) steht nämlich: *ma io credo, che i fondamenti de i Peripatetici sien tali, che non ci sia da temere; che con la rouina loro si possano construire nuoue scienze.* Einen viel ungezwungeneren Sinn erhielte man, wenn das *non* getilgt oder an andere Stelle gesetzt würde. Bei der überlieferten Lesart wird von Simplicio als etwas Besorgniserregendes bezeichnet, dafs es noch einen anderen Aufbau der Wissenschaft geben könne, als den auf peripatetischer Grundlage ruhenden; im anderen Fall äufsert er die Furcht, es sei nach dem Sturze des Aristoteles keine Wissenschaft mehr möglich. So engherzig Simplicio auch sein mag, einen solchen Gedanken wie den ersteren wird man allenfalls manchem seiner peripatetischen Kollegen, aber nicht ihm zutrauen dürfen.

46) **p. 40.** Der von Simplicio reproduzierte aristotelische Beweis für die Unzerstörbarkeit und Unveränderlichkeit des Himmels findet sich De coelo I, 3. 270, a, 12.

47) **p. 42.** Galilei glaubte irrigerweise wie alle seine Zeitgenossen und wie Aristoteles an eine Urzeugung auch bei verhältnismäfsig hochorganisierten Wesen. Die hier erwähnten Insekten sind die bekannten sogenannten Essigfliegen (Drosophila-Arten), deren Larven in gährenden Flüssigkeiten und faulenden Früchten leben, und die allerdings oft plötzlich in so überraschender Menge auftreten, dafs der Glaube an die *generatio aequivoca* verzeihlich erscheint.

48) p. 42. Damit deutet Galilei wohl vorsichtigerweise an, dafs seine Zweifel sich nicht etwa gegen die Transsubstantiationslehre, die Lehre von der Verwandlung beim Abendmahle, richten.

49) p. 43. Nämlich die beiden Bücher *Περὶ γενέσεως καὶ φθορᾶς* (*De generatione et corruptione*).

50) p. 44. Der bekannte hier wiederholte Trugschlufs vom Kreter gehört nicht eigentlich zu der Klasse, die man im engeren Sinne *Sorites* nennt. Der typische Fall eines solchen ist vielmehr der vermeintliche Beweis, dafs es auf ein Stück ankomme, damit eine Menge von Dingen einen Haufen bilde oder nicht. — Mit „Scheinbeweis" habe ich den eigentümlichen Ausdruck *argomento cornuto* übersetzt.

51) p. 45. Nach Aristoteles kann unter Umständen ein Körper den anderen berühren, ohne dafs dieser den ersten berührt. De gen. et corr. I, 6. 323, a, 25 *ἔστι μὲν οὖν ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ τὸ ἁπτόμενον ἁπτομένου ἁπτόμενον . . . ἔστι δ' ὡς ἐνίοτέ φαμεν τὸ κινοῦν ἅπτεσθαι μόνον τοῦ κινουμένου, τὸ δ' ἁπτόμενον μὴ ἅπτεσθαι ἁπτομένου.* Vgl. p. 73. Für die im folgenden von Sagredo erwähnten peripatetischen Lehren sind die Belegstellen aus Aristoteles folgende: dafs gröfsere oder geringere Dichtigkeit gröfsere bezw. kleinere Schwere im Gefolge hat, wird von Aristoteles angedeutet De coelo III, 1. 299, b, 7; Phys. VIII, 7. 260, b, 7. An letzterer Stelle heifst es: *Ἔτι δὲ πάντων τῶν παθημάτων ἀρχὴ πύκνωσις καὶ μάνωσις· καὶ γὰρ βαρὺ καὶ κοῦφον καὶ μαλακὸν καὶ σκληρὸν καὶ θερμὸν καὶ ψυχρὸν πυκνότητες δοκοῦσι καὶ ἀραιότητες εἶναί τινες.* — Dafs die gröfsere oder geringere Dichtigkeit von der Temperatur bedingt ist, steht De gen. et corr. II, 9. 336, a, 3: *τὸ μὲν θερμὸν διακρίνειν, τὸ δὲ ψυχρὸν συνιστάναι.* — Die nachher von Simplicio vorgetragene Theorie, dafs das Wesen der Dichtigkeit bei himmlischen Körpern ein anderes sei als bei elementaren, rührt, wie aus der Postille hervorgeht, von Cesare Cremonini her, dem einstigen Kollegen Galileis an der Universität Padua. Vgl. C. Cremonini De Coelo disputatio (Venetiis 1618), p. 23—24, es heifst dort: *Rarum insuper, et densum in coelo non sunt contraria: Non enim sunt contraria ista, nisi quatenus consequantur qualitates primas; in coelo vero sequuntur multitudinem, aut paucitatem materiae in comparatione ad quantitatem, multum vero et paucum, ut in praedicamento quantitatis accipitur, dicunt relativam oppositionem, quae est minima oppositionum, ut scribitur in Postpraedicamentis, et nihil facit ad generationem et corruptionem. Similiter se habet de concavo et convexo.* (Ich verdanke dieses Citat der Güte des Herrn Favaro.) — Dafs die Sterne verdichteter Äther seien, ist bei Aristoteles nur andeutungsweise angegeben De coel. II, 7. 289, a, 13; doch berichtet Plutarch, wie es scheint mit Beziehung auf die peripatetische Schule: *λέγουσι δὲ τοῦ αἰθέρος τὸ μὲν αὐγοειδὲς καὶ λεπτὸν ὑπὸ μανότητος οὐρανὸν γεγονέναι· τὸ δὲ πυκνωθὲν καὶ συνειληθέν, ἄστρα* (De fac. in orbe lunae XV, 6).

52) p. 46. An dieser Stelle liegt im Original ein Anakoluth vor; dasselbe läfst sich am einfachsten beseitigen, wenn man im italienischen Text entweder *a voler che* oder *le quali* tilgt. Der Übersetzung liegt letztere Konjektur zu Grunde.

53) p. 48. Das Wesentlichste von dem, was Salviati hier vorträgt, reproduziert später Sagredo. Vgl. p. 431.

54) p. 52. Abila oder Avila, Berg bei Ceuta an der afrikanischen

Küste; gegenüber bei Gibraltar liegt Calpe; sie bilden die sogenannten Säulen des Herkules. — Über die Entstehung des mittelländischen Meeres waren die Meinungen im Altertum geteilt; die herrschende Ansicht war, dafs es durch einen Einbruch des atlantischen Oceans entstanden sei. S. Plin. VI, 1. Doch findet sich auch die umgekehrte Angabe, dafs es anfänglich ein Binnensee gewesen, der nach dem atlantischen Ocean durchgebrochen sei. S. Strab. I, 2 p. 38 f., I, 3 p. 51 f.

55) p. 55. Die Ansichten Galileis über die Natur der Kometen sind hauptsächlich im *Saggiatore* niedergelegt; er neigt fälschlich zu der Meinung, die Kometen seien sublunaren Ursprungs, wie auch an vorliegender Stelle angedeutet wird. Tycho de Brahe hatte dagegen in dem zweiten Bande der *Progymnasmata*, welcher den Specialtitel *De Mundi Aetherei recentioribus phaenomenis liber secundus* führt, ganz richtig aus der verschwindenden Kleinheit der Parallaxe des Kometen von 1577 dessen grofse Entfernung von der Erde gefolgert. Gegen diese Ansicht war, wie in der Einl. p. LVIII bereits angegeben, Chiaramonti in seinem *Antitycho* (1621) aufgetreten. — Im folgenden wird Ch. getadelt, weil er die neuen Sterne und die Sonnenflecken nicht mit der gebührenden Aufmerksamkeit behandelt habe, indessen hat derselbe im Jahre 1628 in seinem Buche *De tribus stellis, quae a. 1572, 1600, 1604 comparuerunt* die ersteren sehr ausführlich besprochen. Es geht daraus hervor, dafs der erste Tag des Dialogs schon vor 1628 abgeschlossen worden ist. Der zweite und dritte Tag des Dialogs unterziehen dieses spätere Werk Ch.s einer scharfen Kritik. Über den neuen Stern von 1572 in der Cassiopeja wird zu Anfang des dritten Tags des Dialogs ausführlich gesprochen, am ausführlichsten behandelt ihn Tycho de Brahe im ersten Bande seiner *Progymnasmata*. — Der Stern von 1604 im Schlangenträger war Gegenstand einer ausführlichen Schrift Keplers: *De stella nova in pede Serpentarii* (Pragae 1606). Auch von Galilei besitzen wir Fragmente der Vorlesungen, die er über diesen gehalten. (Vgl. Op. V^b, 391.) — Die Sonnenflecken endlich werden im Laufe des dritten Tags eingehend behandelt. Vgl. p. 361 ff. und Einleitung p. XXIV, XXIX ff., LX f. Über Tycho urteilt Galilei hier und sonst höchst ungerecht (vgl. namentlich auch den Brief an Marsili vom 7. Sept. 1629 Op. VI, 329), wiewohl ihm dieser kurz vor seinem Lebensende in freundschaftlichster Weise entgegengekommen war. S. den Brief Tychos an G. vom 4. Mai 1600. Op. VIII, 24.

56) p. 55. Parallaxe oder paralläktische Differenz heifst der Winkel, den zwei Linien einschliefsen, die von einem Sterne nach zwei verschiedenen Punkten der Erde gezogen sind. Aus der Gröfse der Parallaxe in Verbindung mit der Lage der Erdörter läfst sich die Entfernung des Sternes berechnen, wie späterhin (p. 311 ff.) ausführlich gezeigt wird.

57) p. 56. Wie oben zu p. 55 bemerkt, hat Chiaramonti die neuen Sterne und namentlich die Frage nach dem Orte derselben in einer eigenen umfangreichen Schrift behandelt, die im zweiten und dritten Tage des Dialogs scharf mitgenommen wird. Die hier gemeinte Stelle findet sich im Schlufsworte des Antitycho p. 357 und lautet: *At objicient aliqui novas illuxisse stellas ut tempore Hipparci, et nostro hoc aevo non semel nempe anno 1572 in Cassiopeja, et 1604 in sagittario. Verum non sunt nupera eiusmodi lumina caelestium corporum certae partes, oportet adversarios in*

stellis tanto iam antea tempore descriptis, de quibus nemo dubitat quin caelestes sint, aliquam mutationem demonstrare, quod praestare non possunt.

58) p. 56. Woher die in Anführungszeichen gesetzte Stelle genommen ist — und ebenso die Stellen p. 78 und p. 82 — ist mir trotz vieler Mühe nicht gelungen zu ermitteln. In den Briefen über die Sonnenflecken (Op. III, 501) erwähnt Galilei die nämliche Ansicht, welche im nachstehenden Citate ausgesprochen wird und welche mit der anfänglichen Ansicht Scheiners über das Wesen der Sonnenflecken Ähnlichkeit besitzt.

59) p. 58. Markus Welser, Duumvir von Augsburg, hatte am 6. Januar 1612 Galilei gebeten, seine Ansicht über drei Briefe Scheiners, die unter dem Pseudonym *Apelles post tabulam* veröffentlicht worden waren, ihm mitzuteilen. Die Antwort Galileis auf diese Aufforderung und auf spätere Briefe Welsers und Schriften Scheiners bilden die obengenannten *Lettere intorno alle macchie solari*, welche von der *Accademia dei Lincei* 1613 mit einem Vorworte von Angelo de Filiis herausgegeben wurden. S. Einleitung p. XXXI.

60) p. 59. Vgl. Arist. De coelo II, 12. 291, b, 24ff. Über den Vorzug der sinnlichen Erfahrung vor der Spekulation vgl. zu p. 34.

61) p. 63. Diese erregten damals noch immer hohe Bewunderung; die ersten Pomeranzen- und Apfelsinenbäume waren 1548 in Europa bekannt geworden und zwar durch den Portugiesen Juan de Castro.

62) p. 65. Die Frage nach der Bewohnbarkeit des Mondes ist uralt. So hatte der Pythagoreer Philolaus gelehrt, dafs der Mond von Riesen bewohnt werde. Plutarch äufsert sich in seiner Schrift *De facie in orbe lunae* XXIV, 7ff. sehr vernünftig über die Bewohnbarkeit und die Möglichkeit eines Lebens auf dem Monde und zwar in ähnlichem Sinne wie hier Galilei.

63) p. 66. Opposition zweier Gestirne heifst diejenige Stellung, bei welcher (annähernd) die Erde in gerader Linie zwischen denselben steht, der Winkel *Stern — Erde — Stern* also 180^0 beträgt; Konjunktion findet statt, wenn eines der Gestirne zwischen der Erde und dem anderen steht, also jener Winkel 0^0 beträgt; Quadratur, wenn der Winkel 90^0, Sexterschein (*aspetto sestile*; vgl. p. 337), wenn er 60^0 beträgt. Es werden bisweilen noch andere solcher „Aspekte" unterschieden.

64) p. 67. Nach vorliegender Stelle könnte man glauben, dafs G. auch auf dem Monde Land und Wasser unterscheiden wolle und nur vorsichtigerweise sich nicht bestimmt äufsere. Er verwirft aber weiter unten (p. 105) diese Ansicht ausdrücklich in Übereinstimmung mit den heutigen Astronomen. Diese Stelle hat wohl Nelli zu der irrigen Angabe verleitet, dafs Galilei auf dem Monde Meere annehme (*Vita e Commercio Letterario di Galileo Galilei*. Losanna 1793. II, 573). Das Vorhandensein von Mondgebirgen und die Ursachen der Phasenänderungen sind schon von Pythagoras gelehrt worden. Die Flecken auf dem Monde waren von manchen für Spiegelbilder der Land- und Wassermassen der Erde gehalten worden. (Vgl. Plut. *De facie in orbe lunae*); auch heute noch ist man sich nicht völlig klar über den Wesensunterschied der hellen und dunkeln Partieen, man hält letztere meist für lockeres, erstere für festes Erdreich.

65) p. 69. Da scheinbar der Mond aufser der allgemeinen täglichen Bewegung von Ost nach West eine sehr beträchtliche Eigenbewegung von

West nach Ost besitzt, welch letztere etwa 12^0 den Tag beträgt, so vergehen nicht 24, sondern ungefähr 25 Stunden, bis er an zwei auf einander folgenden Tagen an dieselbe Stelle des Himmels zurückgekehrt ist.

66) p. 69. Wenn eine Kugel um eine aufserhalb derselben gelegene Achse derart rotiert, dafs man sich beide in starrer Verbindung mit einander denken kann, so ist die Frage, ob man sagen soll, die Kugel drehe sich bei ihrer Bewegung auch um sich selbst oder nicht. Kopernikus, und an dieser Stelle auch Galilei, sagt in solchen Fällen, es finde keine Rotation um die eigene Achse statt, während man heutzutage dies im Gegenteil als eine Rotation bezeichnet. Dreht sich hingegen eine Kugel so, dafs der Mittelpunkt einen Kreis beschreibt und jede mit der Kugel starr verbundene gerade Linie sich selbst parallel bleibt, so sagt Kopernikus, die Kugel besitze eine Rotation um sich selber, die in entgegengesetztem Sinne erfolge, wie die Bewegung des Mittelpunktes; wir pflegen dies als eine Kreisbewegung ohne Eigenrotation zu betrachten. Die vielfach erörterte Frage ist ein ziemlich müfsiger Wortstreit; nur mufs man den jeweiligen Sprachgebrauch kennen, um nicht zu Mifsverständnissen verleitet zu werden. Vgl. auch zu p. 371. — Um den verwickelten Mondlauf zu erklären, hat Ptolemäus angenommen, dafs der Mond nicht unmittelbar eine Kreisbahn um die Erde beschreibe, sondern um einen Punkt kreise, der seinerseits erst sich um die Erde dreht. Der von diesem Punkt beschriebene Kreis wird der deferierende, der Kreis des Mondes um jenen Punkt der Epicyclus genannt. — Nach dem Sprachgebrauche Galileis ist es also ganz richtig, wenn er sagt, dafs man für den Fall der epicyclischen Bewegung dem Monde eine Drehung um seine Achse zuschreiben müsse, um zu erklären, dafs er der Erde stets dieselbe Seite zuwende.

67) p. 69. Nach der Lehre der Pythagoreer gab es eine Gegenerde, *ἀντίχθων* genannt, welcher von den verschiedenen Anhängern dieser Schule eine sehr verschiedene Rolle zugewiesen wurde. Vgl. Arist. de coel. II, 13. 293, a, 23 ff. Von einigen wurde sie mit dem Monde identificiert, und darauf scheint Galilei hier anzuspielen.

68) p. 69. Im folgenden wird die sogenannte Libration des Mondes beschrieben. Man findet vielfach die falsche Angabe, dafs Galilei erst im Jahre 1637 oder kurz vorher dieselbe entdeckt und die erste Mitteilung darüber in dem Briefe an Alfonso Antonini, datiert „aus meinem Kerker von Arcetri den 20. Februar 1637", gemacht habe, wozu übrigens die Bemerkung zu fügen ist, dafs die Datierung jenes Briefes nach florentinischem Stile zu verstehen ist, der Brief also 1638 geschrieben wurde. Spätestens mufs Galilei vielmehr die Entdeckung im Jahre 1631 gemacht haben, und selbst das ist nur möglich, wenn man die Annahme macht, dafs er die im Jahre 1630 druckfertig gewordenen Dialoge noch nachträglich revidiert habe. — Ebenso irrig ist die sogar bei Lalande, *Astronomie* §§ 3175 ff. sich findende Angabe, dafs Galilei die parallaktische Libration und die Libration in Breite gelehrt habe. Er kennt in Wahrheit nur die erstere und untersucht freilich, welchen Einflufs die Veränderung der Breite des Mondes auf sein Aussehen von einem Punkte der Erdoberfläche aus übt. Dies ist aber ganz etwas Anderes, als was wir Libration in Breite nennen. Nach Galileis ausdrücklichen Worten erscheint vom Erdmittelpunkt aus stets derselbe Punkt im Centrum der

Mondscheibe. Thatsächlich ist dies aber nicht der Fall, was (zum Teil) daher rührt, weil die Rotationsachse des Mondes nicht genau senkrecht zur Mondbahn steht, sondern einen Winkel von etwa 6° mit der Senkrechten bildet. Die durch diesen Umstand bedingten Änderungen der sichtbaren Mondfläche sind es, welche man Libration in Breite nennt. (Vgl. z. B. Epstein, Geonomie p. 510 ff.) — Gerade die bedeutenderen Quellen der Libration, die Libration in Länge und Breite kannte Galilei also noch nicht, sondern nur die verhältnismäfsig unbedeutende parallaktische. Er scheint allerdings bemerkt zu haben, dafs sich die thatsächlichen Librationen auf die Parallaxe allein nicht zurückführen lassen, wie aus einer Stelle obengenannten Briefes vom Jahre 1638 (Op. III, 181 *per le quali . . . verso di noi*) hervorgeht. Da er aber seiner Blindheit wegen die Beobachtungen damals nicht fortsetzen konnte, gelangte er nicht zur vollständigen Erkenntnis des Phänomens; diese verdankt man Hevel, Riccioli und Cassini. — Die beiden Flecken, welche Galilei zur Konstatierung der Libration benutzte, sind das gröfsere im Westnordwesten gelegene Mare Crisium und der kleinere im Ostsüdosten befindliche Grimaldi. (In dem Briefe an Antonini sind die beiden Flecken irrtümlich mit einander verwechselt.) — Drachen (Dragone) = Mondbahn; der Teil, der nördlich von der Ekliptik liegt, ist der „obere Bauch"; derjenige, welcher südlich der Ekliptik liegt, der „untere Bauch" des Drachens.

69) p. 71. Für dieses sogenannte „aschgraue" oder „sekundäre" Mondlicht wird im folgenden die richtige Erklärung gegeben. Dieselbe rührt von Leonardo da Vinci her. Vgl. *The Literary Works of Leonardo da Vinci compiled and edited from the Original Manuscripts by* Jean Paul Richter. London 1883. Vol. II. No. 902. In deutscher Übersetzung lautet eine der fraglichen Stellen: „Etliche Leute haben gemeint, der Mond besitze einiges Eigenlicht, welche Ansicht falsch ist, weil man sie auf jene Helligkeit gegründet hat, die sich zwischen den Hörnern des Mondes zeigt, wenn er jung ist. Sie ist in der Nähe des hellen Teiles schwach, am Rande des dunkeln Feldes hingegen so hell, dafs viele glauben, sie sei ein weiterer heller Kreis, der die Umgrenzung vervollständige, wo die Spitzen der von der Sonne erleuchteten Hörner aufhören. Diese Verschiedenheit des Feldes rührt daher, dafs der Teil des Feldes, der dem hellerleuchteten Teile des Mondes benachbart ist, im Vergleich zu dessen Glanz dunkler aussieht, als er ist; jener obere Teil hingegen, der aussieht wie ein Stück eines hellen Kreises von gleichförmiger Breite, entsteht dadurch, dafs dort der Mond heller ist als die Mitte oder als das Feld, in dem er sich befindet, und im Vergleich zu dessen Dunkelheit an besagter Grenze heller aussieht, als er ist. Diese Helligkeit zu jener Zeit rührt von unserem Ocean nebst den Binnenmeeren her, welche um diese Zeit von der schon untergegangenen Sonne beleuchtet werden, sodafs das Meer alsdann dem dunkeln Teile des Mondes denselben Dienst erweist, welchen der Mond am fünfzehnten uns erweist, wenn die Sonne untergegangen ist. Und jenes geringe Licht, welches der dunkele Teil des Mondes besitzt, verhält sich zur Helligkeit des beleuchteten Teils wie . . . . [Lücke im Manuskript.] Willst du sehen, wieviel heller der dunkele Teil des Mondes ist als das Feld, wo selbiger Mond sich befindet, so bedecke den hellen Teil des Mondes mit der Hand oder auch mit einem vom Auge weiter

entfernten Gegenstand." Abgesehen von dem Irrtum, dafs Leonardo die Hauptrolle nicht dem Festland der Erde, sondern dem Meere zuschreibt, hat diese Darstellung mit derjenigen Galileis manche Ähnlichkeit; ob aber eine mittelbare oder unmittelbare Beeinflussung durch Leonardo stattgefunden hat, bleibt dabei noch immer zweifelhaft. — Unabhängig von Leonardo gab eine richtige Erklärung des Phänomens Mästlin, der Lehrer Keplers, der sie 1592 seinem Auditorium vortrug und 1596 in seiner *Dissertatio de eclipsibus* veröffentlichte. Die Stelle wird citiert von Kepler, *Astronomiae pars Optica* cap. VI, 10 (Ed. Frisch Bd. II. p. 289). Die weiter unten (p. 96) erwähnte Ansicht, dafs das aschgraue Licht durch die Bestrahlung seitens der Venus veranlafst sei, ist, wie Kepler angiebt, von Tycho de Brahe aufgestellt worden.

70) **p. 73.** Mit ausdrücklichen Worten spricht Aristoteles meines Wissens nirgends von einer undurchdringlichen Härte des Himmels. Doch galt sie vor und zu Galileis Zeit als eine notwendige Konsequenz seiner Lehre. Über die Ansicht, dafs die Sterne verdichteter Himmelsstoff seien, s. zu p. 45.

71) **p. 73.** Dafs die Berührung zwischen zwei Substanzen nicht immer eine gegenseitige sein müsse, hat Aristoteles behauptet. Vgl. zu p. 45. — Der „hervorragende Professor" von Padua, der dieses „schwierige Kapitel" ausführlich behandelt, war vermutlich Cesare Cremonini, der hochberühmte Verehrer des Aristoteles und seines Exegeten Alexanders von Aphrodisias (Wohlwill). Doch scheint er seine „schönen Gedanken" über diesen Gegenstand nur mündlich vorgetragen zu haben; wenigstens konnte Herr Favaro, der auf meine Bitte die zunächst in Betracht kommenden Schriften Cremoninis einsah, nichts Hierhergehöriges ermitteln.

72) **p. 74.** Diese von Simplicio gebilligte Ansicht, die freilich im Widerspruch zu seiner früher geäufserten Ansicht von der Undurchsichtigkeit des Mondes steht, wurde namentlich von Julius Caesar La Galla verfochten. Vgl. zu p. 90.

73) **p. 75.** In dem dritten Briefe Galileis an Welser wird in ähnlicher Weise wie hier die Fähigkeit der Erde Licht zu reflektieren bewiesen, namentlich Op. III p. 191ff.; etwas verschieden ist die Darstellung im Saggiatore (Goldwäger), weil einem anderen Zwecke dienend (Op. IV p. 237ff.).

74) **p. 78.** Über die in Anführungszeichen gesetzte Stelle vgl. zu p. 56.

75) **p. 81.** Was Galilei als Irradiation bezeichnet, ist die Erscheinung, dafs ein helles Centrum, wie Sterne, entfernte Flammen als strahlige Figuren erscheinen. Sie rührt, wie er richtig bemerkt, von den Feuchtigkeitströpfchen im Auge her; zum Teile aber auch von einer Asymmetrie des Auges. Vgl. Helmholtz, physiologische Optik § 14.

Was man heutzutage als Irradiation bezeichnet, ist das scheinbare Übergreifen einer hellen Fläche über eine benachbarte dunkele, wie z. B. die Mondsichel einem gröfseren Kreise anzugehören scheint, als der dunkele Teil der Scheibe. Über die Erscheinungen dieser Art und ihre Erklärung siehe Plateau, Poggend. Ann. Ergänzungsbd. I; Helmholtz, physiologische Optik § 21. Bei dem vorliegenden Phänomen spielen beide Arten der Irradiation eine Rolle. Vgl. auch p. 350ff. 377.

76) p. 82. Über die in Anführungszeichen gesetzte Stelle vgl. zu p. 56.

77) p. 83. Die Prozedur des Weifssiedens silberner Gefäfse (*bollire nel bianchimento*) ist z. B. beschrieben bei Benvenuto Cellini, *Trattato dell' Oreficeria* Cap. V. — Die Gefäfse werden dabei in einer Lösung von Weinsteinrahm und Kochsalz erhitzt, als Lösungsmittel dient Wasser oder Urin.

78) p. 86. *Tenebrae sunt privatio luminis*, Finsternis ist der Mangel an Licht. Vgl. Ar. de anima II, 7. 418, b, 18ff. *Δοκεῖ δὲ τὸ φῶς ἐναντίον εἶναι τῷ σκότει· ἔστι δὲ τὸ σκότος στέρησις τῆς τοιαύτης ἕξεως ἐκ διαφανοῦς, ὥστε δῆλον ὅτι καὶ ἡ τούτου παρουσία τὸ φῶς ἐστιν.*

79) p. 87. Es ist die Frage, ob sich Galilei hier die Mondkugel mit einem Liniennetz überzogen denkt, wie man es auf der Erdkugel sich denkt, oder ob der Ausdruck Grad hier nur eine unbestimmte Mafseinheit bezeichnen soll wie p. 32.

80) p. 88. Die folgende Erklärung mag im wesentlichen richtig sein; dann ist aber anderseits die Erörterung p. 85, die an die Betrachtung der Figur anknüpft, nicht zutreffend. Dort war die Helligkeit der Fläche blofs von der Menge der auffallenden Strahlen abhängig gemacht worden.

81) p. 89. *pietra serena* eine blaugraue Sandsteinvarietät, die hauptsächlich in den Steinbrüchen des Monte Cecioli bei Fiesole gebrochen und in Florenz vielfach als Baustein verwendet wird. (Favaro.)

82) p. 90. Gemeint ist entweder Lodovico delle Colombe oder wahrscheinlicher Julius Caesar La Galla. Ersterer schrieb an Clavius am 27. Mai 1611, also nicht lange nach dem Bekanntwerden des galileischen Nuntius Sidereus, dafs die scheinbaren Erhöhungen und Vertiefungen auf dem Monde nur an seinem inneren Kerne hafteten; dieser aber sei von einer vollkommen kugelförmigen, durchsichtigen und deshalb unsichtbaren Hülle umgeben. Galilei richtete an Gallanzoni, welcher ihm den Brief delle Colombes eingesandt hatte, am 16. Juli 1611 eine Entgegnung. (Op. III, 122 u. 124ff.) Julius Caesar La Galla hatte in seinem Buche *De Phaenomenis in Orbe Lunae* (Venedig 1612) gleichfalls die galileischen Ansichten bekämpft, der Form nach nicht unfreundlich, und ihnen gegenüber die im Text erwähnte Ansicht verfochten. Die Randbemerkungen, welche Galilei in ein Exemplar dieses Buches eingeschrieben hat, sind nebst der Schrift La Gallas in der Alberischen Ausgabe veröffentlicht (Op. III, 239ff.).

83) p. 96. Man vermifst im folgenden eine Erklärung jenes kupferfarbigen Lichtes, welches der Mond bei totalen Mondfinsternissen meistens zeigt. Bekanntlich rührt dasselbe von der Brechung der Sonnenstrahlen beim Durchgang durch die Erdatmosphäre her. — Die völlige Auslöschung des Mondes ist verhältnismäfsig selten beobachtet worden. (Kepler 1601 am 9. December, 1620 am 15. Juni, Hevel 1642 am 25. April, in London 1816 am 10. Juni. Vgl. Epstein, Geonomie p. 489.)

84) p. 96. Vgl. zu p. 71.

85) p. 96. Unter dem Namen „Thesenbüchlein" (*libretto di conclusioni*) citiert Galilei meist die in der Einleitung (p. XXXIX, LIX) bereits erwähnten *Disquisitiones mathematicae* von Scheiners Schüler Locher; die Bezeichnung *libretto di conclusioni* besagt, dafs der Inhalt des Buches, wie auf dessen Titel angegeben ist, von dem Verfasser in öffentlicher Disputation verteidigt wurde. Die hier kritisierte Stelle findet sich p. 59ff. —

Kleomedes, wahrscheinlich Zeitgenosse des Augustus, Verfasser des 1539 unter dem Titel *Cyclica consideratio meteorum* griechisch herausgegebenen Buches. — Vitellio lebte gegen Ende des 13. Jahrhunderts in Italien, war aber von Geburt ein Thüringer. Sein Werk ist zusammen mit dem des Arabers Alhazen 1572 von Risner unter dem Titel *Opticae Thesaurus* herausgegeben worden; die hier gemeinte Stelle findet sich darin lib. IV p. 77. — Macrobius ist der bekannte Verfasser der *Saturnalien* und des *Somnium Scipionis*, das Citat ist aus letzterer Schrift genommen (I, 19, 12).

86) p. 97. Was das heifsen soll, geht aus der Erwideruug p. 101 hervor; der citierte Autor meint, mit wachsendem Monde bleibe die Intensität des sekundären Lichtes dieselbe.

87) p. 100. Daraus geht hervor, dafs Galilei dem Monde einen Durchmesser von etwas mehr als 2000 Miglien beilegt. Eine Miglie ist gleich 3000 Ellen (*braccia*), wie z. B. aus der Berechnung p. 191 sich ergiebt. Die Elle ist bei Galilei etwa gleich einem halben Meter, wie daraus zu entnehmen ist, dafs der Palast Sagredos 6 Miglien vom Turme von Burano entfernt sein soll (vgl. p. 266); die Entfernung ist nämlich etwa 9 km. Aus der Angabe p. 390, dafs 60 Miglien auf einen Grad des Erdumfangs gehen, läfst sich natürlich nichts schliefsen, da Galilei noch keine richtige Vorstellung von der Gröfse der Erde hatte, diese vielmehr unterschätzte. — Nach Galileis Zeit wurde von dem Grofsherzog Leopold von Toskana, dem späteren Kaiser Leopold II., eine einheitliche Elle für Toskana eingeführt, welche eine Gröfse von 550,8 mm hatte. S. Op. XI, 192 Fufsnote. Davon wird die galileische Elle nicht sehr viel verschieden sein. — G. nahm also an, der Mond habe etwa einen Durchmesser von 3000 km; die wahre Gröfse desselben beträgt 3480 km. Die damals übliche Annahme war, dafs der Durchmesser des Mondes zu dem der Erde sich verhalte wie 2 : 7 (vgl. Tycho de Brahe, *Progymnasmata* p. 474); heute nimmt man das Verhältnis 3 : 11 an, welchem jenes ziemlich nahe kommt. Vgl. z. B. Epstein, Geonomie p. 472.

88) p. 100. Sonst nämlich liefsen sich die intensiven Schatten der Mondberge nicht erklären, wie gleich auseinandergesetzt wird.

89) p. 100. Merkwürdig genug, dafs die Schwindeleien dieses Menschen sich annähernd bewahrheiten sollten. Der erste Telegraph beruhte auf der Fernwirkung (*simpatia*) des elektrischen Stromes auf eine Magnetnadel. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs hier eine Anspielung auf Giovanni Battista della Porta, den Verfasser der *Magia naturalis* vorliegt, welcher p. 128 der Ausgabe von 1589 auf dieses Geheimnis zu sprechen kommt und schreibt: *Et amico longe absenti, etiam carceribus occluso, possumus incumbentia nuntiare, quod duobus nauticis pyxidis, alphabeto circumscriptis, fieri posse non vereor.* S. Favaro, *Gal. Galilei e lo studio di Padova* I, 339.

90) p. 104. Diese eigentümliche Bemerkung Galileis, dafs das aschgraue Licht des Mondes vor Neumond stärker sei als nach Neumond, ist meines Wissens niemals auf ihre Richtigkeit hin geprüft worden. Sie würde selbstverständlich nur für Europa Geltung beanspruchen können.

91) p. 104. Diese dem Simplicio zugeteilte Frage war in der ed. princ. irrtümlich beim Drucke ausgefallen, wurde aber am Rande auf ein eingeklebtes Papier beigedruckt. In dem Exemplar der paduanischen Semi-

narbibliothek fehlt dieser Zettel, hingegen ist von Galileis Hand das Fehlende an den Rand geschrieben, vermehrt um einen Zusatz, den wir als Fufsnote im Texte gegeben haben.

92) **p. 104.** Bei der Sammetweberei wird die Haardecke auf dem Grundgewebe dadurch hervorgebracht, dafs eine zweite Kette, die sogenannte Polkette, kleine aufrecht stehende Schleifen (Noppen) liefert, die in Querreihen über den Stoff hinlaufen. Läfst man die Maschen bestehen, so erhält man den ungeschnittenen Sammet; werden die Noppen hingegen aufgeschnitten, so erhält man den geschnittenen Sammet. Durch teilweises Aufschneiden der Noppen lassen sich verschiedenartige Muster hervorbringen (geblümter Sammet). — Ermesintaft, leichtes Seidenzeug, benannt nach der persischen Stadt Ormus.

93) **p. 107.** Auch dies scheint ein Hieb gegen Aristoteles zu sein, der glaubte oder dessen Anhänger doch glaubten, ein abgeschlossenes System des Wissens aufgestellt zu haben.

94) **p. 108.** Der Pythagoreer Archytas aus Tarent, berühmt sowohl als Staatsmann, wie als Mathematiker, Astronom und Mechaniker, war ein Zeitgenosse Platos. Die hier angeführte fliegende Taube war ein hölzerner Automat.

95) **p. 109.** Trotz ihrer Harmlosigkeit wurden diese Sätze von der Kongregation, welche vor Anstrengung des eigentlichen Processes gegen Galilei mit der Prüfung des Dialogs beauftragt worden war, beanstandet. Vgl. Einleitung p. LXVIII.

96) **p. 109.** Aus diesem Vergleich könnte man entnehmen wollen, dafs Galilei an eine momentane Fortpflanzung des Lichtes glaubte. Aus anderen Äufserungen (vgl. *Discorsi* Op. XIII, 45ff.) geht indessen hervor, dafs er eine solche mindestens als unbewiesen ansah.

Zweiter Tag.

1) **p. 113.** Bei Galilei erscheint die Schule des Galen den Peripatetikern gegenüber als fortgeschritten und aufgeklärt. Im allgemeinen aber galt umgekehrt die Bekämpfung der Autorität des Galen als Wahlspruch der neuen fruchtbaren Forschungen auf medicinischem Gebiete, so schon bei Paracelsus, so auch bei Vesal und Fallopia. Die Peripatetiker hielten namentlich zähe an der aristotelischen Lehre fest, dafs die Nerven ihren Ursprung im Herzen nehmen und dafs sie hohl seien, um den *spiritus animales* den Durchtritt zu gestatten. Aristoteles behandelt diesen Gegenstand De animalium generatione V, 2. 781, a, 20. *οἱ γὰρ πόροι* (= Nerven) *τῶν αἰσθητηρίων πάντων . . . τείνουσι πρὸς τὴν καρδίαν.*

2) **p. 113.** *Ipse dixit* (er selbst hat es gesagt, *αὐτὸς ἔφα*), das Schlagwort des Autoritätsglaubens.

3) **p. 114.** Dieser lustige Einfall Galileis erinnert an die satirische Schilderung der Akademie von Lagado in *Gulliver's Travels* von Swift. Möglicherweise hat diesem die galileische Stelle vorgeschwebt.

4) **p. 114.** Vgl. Arist. De anim. gen. V, 1. 780, b, 21 *οἱ γοῦν ἐκ τῶν ὀρυγμάτων καὶ φρεάτων ἐνίοτε ἀστέρας ὁρῶσιν.*

5) p. 114. Der Cisterzienserabt Joachim (von Floris in Kalabrien) lebte in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts; ihm wird jene kirchenfeindliche Lehre von dem *Evangelium aeternum* zugeschrieben, die in Wahrheit von der extremen socialreformatorischen Partei des Franciskanerordens ausging. Seine vermeintlichen und wirklichen Schriften wurden späterhin als Ausflüsse hoher prophetischer Gabe betrachtet und mufsten sich demgemäfs die mannigfachsten Deutungen gefallen lassen. Auch bei Dante geschieht Joachims Erwähnung (Parad. XII, 140). Näheres über ihn z. B. bei Renan in der Revue de deux mondes. 1866. Juillet—Août p. 94ff.

6) p. 115. Zur Zeit Galileis stand die Astrologie (*astrologia judiciaria*). d. h. die angebliche Kunst aus der Stellung der Gestirne auf menschliche Schicksale Schlüsse zu ziehen, in hohem Ansehen. Man wendete nun auch häufig die Regeln der Astrologie auf die Vergangenheit statt auf die Zukunft an, indem man z. B. das Horoskop bedeutender Männer der Geschichte für die Stunde ihrer Geburt stellte und daraus ihre Lebensdauer u. s. w. berechnete. Diese Prophetieen *ex post* fielen begreiflicherweise stets richtig aus, wie Galilei spöttisch bemerkt. — Die vorliegende Stelle scheint in das schon 1630 druckfertig gewordene Manuskript nachträglich eingeschoben zu sein; denn am 1. April 1631 wurde eine päpstliche Bulle gegen die *astrologi judiciarii* erlassen, und kurz danach mufs der Druck des Dialogs bis hierher fortgeschritten sein, wie aus dem Briefe Galileis an Marsili vom 20. März 1631 hervorgeht (Op. VI, 378). Galilei scheint Veranlassung gehabt zu haben, sich gegen unliebsame Verwechslungen mit den Astrologen zu verwahren.

7) p. 115. Der zu Anfang dieser alchymistenfeindlichen Stelle erwähnte *humor melancholicus* hat, wie Herr Prof. Kopp in Heidelberg auf meine Anfrage mir mitteilte, schwerlich eine specifisch alchymistische Bedeutung. Es soll wohl nur im Anschlufs an die damals übliche Lehre von den vier Kardinalsäften und den vier Temperamenten angedeutet werden, dafs man die Alchymisten für nicht ganz zurechnungsfähig zu halten habe (Favaro). — Der Spott Galileis über die unsinnigen Deutungen alter Mythen in alchymistischem Sinne scheint sich gegen ein ganz bestimmtes Buch oder eine bestimmte Person zu richten, wiewohl diese Deutungen sehr üblich waren; interessante Mitteilungen darüber s. bei Kopp, Beiträge zur Geschichte der Chemie, I. Stück p. 12—20. — Bei Joh. Fr. Picus de Mirandula, *Libri III de auro* (Ursellis 1598) heifst es z. B.: „So [nämlich in alchymistischem Sinne] erklärt Michael Psellus den Befehl des Eurystheus, der nach den goldenen Äpfeln lüstern war; so wird bei Suidas die Fahrt Jasons zu den Kolchern gedeutet: die Argonauten hätten nicht das goldene Vliefs des Phrixus holen wollen, sondern eine Widderhaut, auf welcher das Verfahren Gold zu machen beschrieben wurde.“ — Die Hinweisungen Galileis beziehen sich teilweise auf allbekannte Mythen. Was aber ist mit der Verwandlung Jupiters in glühende Flammen gemeint (Semelesage?), was mit jenem *Mercurius Interpres?* Ist letzteres eine Anspielung auf den Vater der Alchymie, jenen Hermes, nach welchem sie auch die hermetische Kunst genannt wird? Sind die „goldenen Zweige“ die bei Virgil (Aen. VI, 136ff.) erwähnten, deren Äneas zum Eintritt in die Unterwelt bedarf, oder liegt eine Beziehung auf die goldenen Äpfel der Hesperiden vor? Vielleicht sind Galileis Äufserungen durch den 1614 verstorbenen Alchy-

misten Antonio Neri provociert, von dessen Tinktur der Grofsherzog von Toskana den Rest geerbt haben soll. Vgl. Edelgebohrene Jungfrau Alchymia p. 255. (Tübingen 1730.)

8) **p. 117.** Gemeint ist Alexander von Aphrodisias, genannt der Exeget, der um 200 n. Chr. den Lehrstuhl der aristotelischen Philosophie in Athen inne hatte. Er lehrte die Existenz einer individuellen menschlichen Seele, die zugleich mit dem Leibe vergehe, und legte demgemäfs die aristotelischen Schriften aus. Dem gegenüber erlangte im Mittelalter und späterhin die Ansicht des Averroës grofse Verbreitung, wonach kein individueller, sondern nur ein unvergänglicher Gesamtintellekt der Menschheit existiert; auch diese Ansicht wurde in die Schriften des Aristoteles hineingedeutet. Beide Richtungen sind mit dem christlichen Dogma unvereinbar und wurden am 19. Dezember 1512 durch das fünfte Lateranconcil verdammt. — Die von Galilei hier erzählte Anekdote wird von Fiorentino (*Pietro Pomponazzi*, Firenze 1868. p. 326) citiert, worauf Herr Dr. Wohlwill die Güte hatte mich aufmerksam zu machen. Fiorentino läfst durchblicken, dafs es sich vielleicht um Zabarella († 1589) handele, ohne dies ausdrücklich zu behaupten. Mir scheint die galileische Erzählung eher eine andere Version des Vorfalls zu sein, den Fiorentino an anderer Stelle (p. 336) erwähnt. Danach würde der gesinnungslose Autor, der dem Aristoteles auf Wunsch der Zensur bald die eine, bald die andere Ansicht zuspricht, Pendasio sein († 1603).

9) **p. 117.** Es ist nicht recht klar, ob die Zensurbehörde oder der Philosoph mit Herkules verglichen ist; letzteres scheint natürlicher zu sein. Es würde aus dieser Stelle dann hervorgehen, dafs Pendasio, oder wer sonst gemeint ist, zu anderen Zeiten oder anderen Personen gegenüber sehr schroff auf seinen Ansichten bestand. — Die mäonischen (= lydischen) Mägde sind die der Königin Omphale, bei welcher Herkules Weiberdienste that.

10) **p. 119.** Dies geschieht p. 396 ff. Gemeint ist die Stelle De coelo II, 14. 296, b, 3.

11) **p. 120.** Die Villa delle Selve, welche Salviatis Eigentum war und in der Galilei von 1610 bis 1614 oftmals Gastfreundschaft genofs, besitzt eine solche als Aussichtspunkt über Florenz und Umgegend dienende Kuppel. S. p. 362.

12) **p. 121.** Bereits bei Kopernikus (De revol. lib. I. cap. 5) heifst es: *inter mota aequaliter ad eadem, non percipitur motus, inter visum dico et videns.* — Vom Standpunkte der reinen Kinematik ist es allerdings richtig, dafs sich alle Erscheinungen eines bewegten Punktsystems erklären lassen, gleichgültig, welchen der Punkte des Systems man als ruhend betrachten mag. Handelt es sich aber um die mechanische Erklärung der relativen Bewegungen, die in dem System stattfinden, so liegt die Sache doch anders. Man kann dann die vor sich gehenden Erscheinungen unter Umständen nur so erklären, dafs man an Stelle der üblichen einfachen mechanischen Grundprincipien kompliciertere setzt. Wollte man z. B. die Achsendrehung der Erde leugnen und statt dessen, dem Scheine entsprechend, eine Drehung des übrigen Weltalls im entgegengesetzten Sinne annehmen — was rein kinematisch allerdings statthaft ist — so dürfte das jetzt übliche Beharrungsgesetz keine Geltung mehr beanspruchen; man müfste dasselbe vielmehr ersetzen durch ein anderes: wenn auf einen be-

wegten materiellen Punkt keine Kraft wirkt, so legt er eine (gewisse) Kreisevolvente zurück. — Dafs Galilei übrigens selbst diesen Unterschied zwischen der rein kinematischen und der mechanischen Auffassungsweise erkannt hat, geht aus seiner, wenn auch unrichtigen Theorie von Ebbe und Flut hervor.

13) p. 121. Es scheint die Stelle De anim. mot. cap. 2. 698, b, 8ff. gemeint zu sein.

14) p. 123. Von den aristotelischen Beweisen dafür, dafs die Kreisbewegungen des Gegensatzes ermangeln, war schon oben (p. 41) die Rede; der „gewisse Zweck", den Aristoteles mit jenem Satze verfolgt, ist der, die Lehre von der Unveränderlichkeit der Himmelssubstanz darauf zu gründen.

15) p. 124. Galilei hat die von ihm entdeckten Jupitersmonde auf den Rat Belisario Vintas, des toskanischen Staatssekretärs, mit dem Namen der Mediceischen Gestirne belegt, zu Ehren des grofsherzoglichen Hauses von Toskana. Die Entdeckung dieses Planetensystems im kleinen war ein Hauptbeweggrund für Galilei sich endgültig zu Gunsten des kopernikanischen Systems zu entscheiden, wiewohl er es schon lange vorher für richtig hielt.

16) p. 124. Jenseits der Fixsternsphäre nahm man vielfach noch eine neunte sternenleere Sphäre an, das sogenannte *primum mobile*, um diesem die 24-stündige Bewegung, der Fixsternsphäre hingegen diejenige Bewegung zuzuschreiben, welche die Präcession der Fixsterne hervorruft. Es wird dies p. 127 noch etwas näher erläutert. Infolge der Präcession scheinen die Fixsterne in etwa 26000 Jahren einen Umlauf um den Pol der Ekliptik zu vollenden.

17) p. 125. Die in jener Zeit unendlich oft erörterte Streitfrage, ob die Himmelssphären aus festem Stoff bestünden oder flüssig seien, ist schon oben p. 73 gestreift worden. Mit besonderer Energie war namentlich Tycho de Brahe gegen die von den Peripatetikern (ob auch von Aristoteles?) gelehrte undurchdringliche Härte des Himmels aufgetreten. In der *Rosa Ursina* von Scheiner bilden die Citate aus der Bibel, den Kirchenvätern und den Profanschriftstellern, welche angeblich zu Gunsten der flüssigen Natur des Himmels sprechen, einen eigenen langen Abschnitt.

18) p. 125. Die Planeten drehen sich in entgegengesetzter Richtung zur täglichen Bewegung vermöge ihrer bekannten Eigenbewegungen, die Fixsterne vermöge der Präcession. — Dafs auch ein Teil der elementaren Sphäre an der täglichen Drehung des Himmels sich beteiligt, wird von Aristoteles (Meteor. I, 7. 344, a, 11) darum behauptet, weil er auch Kometen, Sternschnuppen u. dgl. der elementaren Sphäre angehören läfst und weil diese die 24-stündige Drehung mitmachen. Vgl. p. 148.

19) p. 126. Arist. Phys. Ausc. VIII, 1. 251, a, 10.

20) p. 128. Die nämliche Ansicht ist bereits p. 107 ausgesprochen. Ausführlicher gerechtfertigt vom mathematischen Standpunkt wird sie in den *Discorsi* (Op. XIII, 34ff.).

21) p. 129. *Frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora.* Es ist zwecklos mehr Mittel aufzuwenden, wo wenigere ausreichen.

22) p. 130. Vgl. Arist. de coelo II, 14. 296, a, 27. Die in Anführungs-

zeichen gesetzte Stelle ist eine fast wörtliche Übersetzung des aristotelischen Textes.

23) p. 130. Unter dem offenbar stattfindenden Zurückbleiben (*ὑπολειπόμενα φαίνεται*) wird die Thatsache verstanden, dafs die Planeten etwas länger als 24 Stunden brauchen, um einen Umlauf am Himmel zu vollenden; diese längere Dauer ist eben die Folge ihrer (teils scheinbaren, teils wirklichen) Eigenbewegung. — Über das *primum mobile* vgl. p. 127 und Anmerkung zu p. 124.

24) p. 130. Vgl. Arist. de coelo II, 14. 296, b, 9 ff., sowie p. 35 ff.

25) p. 130. Vgl. Arist. de coelo II, 14. 297, a, 2 ff.

26) p. 131. Ptolemäus bringt seine Einwände gegen die Bewegung der Erde im 4. und 6. Kapitel des ersten Buches des Almagest vor. Die im 4. Kapitel enthaltenen Erörterungen werden auffälligerweise im Dialog nur wenig eingehend (in den Gesprächen des dritten Tages) besprochen, während manches darauf Bezügliche in dem Briefe an Mazzoni (Op. II, 1 ff.) und an Ingoli (Op. II, 80 ff.) vorkommt. Das 6. Kapitel nimmt bei seiner Argumentation Bezug auf das fünfte; es dürfte daher von Interesse sein, die Kap. 4, 5 und 6 hier in deutscher Übersetzung zu geben, die freilich bei den mancherlei Unklarheiten des Originals vielleicht nicht überall das Richtige trifft, und die an manchen Stellen der Rechtfertigung und Erläuterung bedürfte.

Kap. IV. Die Erde ist der Mittelpunkt des Himmels.

Wenn man nun nach dieser Untersuchung [über die Gestalt der Erde] zu der über die Lage der Erde übergeht, so erkennt man, dafs die Erscheinungen in ihrer Umgebung nur dann stattfinden können, wenn wir die Erde nach Art des Centrums einer Kugel in den Mittelpunkt des Himmels versetzen. Denn andernfalls müfste sie entweder aufserhalb der Achse liegen und gleichzeitig von beiden Polen ebendieselbe Entfernung besitzen, oder sie müfste sich auf der Achse befinden und einem der Pole näher liegen als dem anderen, oder endlich sie müfste weder auf der Achse gelegen sein, noch auch in gleicher Entfernung von den Polen sich befinden. — Gegen die erste der drei Annahmen spricht nun folgendes. Dächte man sich die Erde für irgendwelchen Standort nach oben oder unten verschoben, [betrachtet man somit die Punkte der Erde, welche in der Ebene Weltachse—Erdcentrum liegen,] so würden die [zwei] Punkte, welche eine gerade Sphäre besitzen, niemals Tag- und Nachtgleiche haben, da allenthalben das oberhalb der Erde Befindliche von dem unterhalb der Erde Befindlichen durch den Horizont ungleich geschieden wird. Für die Punkte mit schiefer Sphäre aber würde entweder gleichfalls überhaupt keine Tag- und Nachtgleiche stattfinden oder nicht in der Mitte des Übergangs vom Sommer- zum Winterwendekreis; denn deren Abstände fallen notwendig ungleich aus, da nicht mehr der Äquator, der gröfste von den Umdrehungskreisen um die Pole, sondern einer der nördlichen oder südlichen Parallelkreise von dem Horizont halbiert wird. Nach allgemeinem Zugeständnis aber sind diese Abstände allenthalben gleich, wie denn auch die Verlängerung des längsten Tages bei der Sommersonnenwende gegenüber der Tag- und Nachtgleiche gleich ist der Verringerung des kürzesten Tags bei der Wintersonnenwende. Nähme man aber die Verschiebung in östlicher oder westlicher Richtung an, [betrachtet man somit Punkte, welche aufserhalb der Ebene Weltachse—Erdcentrum liegen,] so würden weder die Gröfsen und Entfernungen der Gestirne gleich und dieselben am Morgen wie am Abend sein, noch würde die Zeit vom Aufgang bis zur Kulmination gleich sein der Zeit von der Kulmination bis zum Untergang, was offenbar den Thatsachen durchaus widerspricht. — Was die zweite der Annahmen betrifft, wonach man sich die Erde auf der Achse gelegen denkt, aber näher an den einen Pol geschoben als an den anderen, so läfst sich dagegen folgendes erinnern. In diesem Falle würde in jeder Zone die Ebene des Horizontes überall den oberhalb und den unterhalb der Erde gelegenen Teil des

Himmels in ungleicher Weise von einander scheiden je nach dem Betrage der Verschiebung, und zwar ungleich an jeder einzelnen Stelle und ungleich je nach der Lage dieser Stelle. Nur bei gerader Sphäre würde der Horizont den Himmel halbieren können, bei der schiefen aber würde dort, wo der nähere Pol stets sichtbar ist, der über der Erde befindliche Teil stets kleiner sein, der unter der Erde befindliche gröfser; es würde folglich auch der gröfste Kreis, der mitten durch den Zodiacus läuft, vom Horizont in zwei ungleiche Teile geteilt werden, ein Verhalten, das man nirgends beobachtet; vielmehr zeigen sich immer und überall sechs Zeichen des Tierkreises über der Erde, während die sechs anderen unsichtbar sind, und wenn andererseits diese nunmehr ganz über die Erde hervortreten, werden die übrigen gleichzeitig unsichtbar. — Sobald überhaupt die Erde nicht unter dem Äquator selbst gelegen wäre, sondern nach Norden oder Süden gegen einen der Pole hin abwiche, so würden in merklicher Weise zur Zeit der Äquinoktien die östlichen Schatten der Sonnenuhren nicht mehr mit den westlichen eine gerade Linie bilden. — Daraus geht hervor, dafs auch die dritte der Annahmen nicht zum Ziele führen kann, da die beiderlei Widersprüche der ersten zwei Annahmen sich bei ihr gleichzeitig ergeben. Kurz es würde eine totale Störung derjenigen Ordnung stattfinden, welche bei der wechselnden Länge von Tag und Nacht wahrgenommen wird, sobald wir die Erde nicht im Mittelpunkte annehmen wollten; abgesehen davon, dafs auch die Verfinsterungen des Mondes nicht mehr an allen Stellen des Himmels in dem Augenblicke eintreten könnten, wo er der Sonne diametral gegenübersteht, da häufig die Erde zwischen ihnen stünde, wenn jene sich nicht in entgegengesetzter Stellung, sondern in geringerer als Halbkreisentfernung von einander befinden.

Kap. V. Die Erde ist im Verhältnis zum Himmel als ein Punkt zu betrachten.

Dafs aber die Erde für die sinnliche Wahrnehmung als ein Punkt zu betrachten ist im Vergleich zur Entfernung der Sphäre der sogenannten Fixsterne, dafür ist folgendes ein wichtiger Beweisgrund. Von allen Teilen der Erde aus scheinen überall zur selben Zeit sowohl die Gröfsen als die Abstände der Gestirne völlig gleich, wie denn die Beobachtungen identischer Gestirne von verschiedenen Zonen aus nicht die geringste Abweichung von einander bemerken lassen; nicht zu vergessen, dafs die in irgend welcher Gegend der Erde aufgestellten Sonnenuhren sowie die Centren der Armillarsphären sich ebenso verhalten wie das wirkliche Erdcentrum, dafs diese Instrumente die Visierrichtungen und Schattenumdrehungen in der Weise übereinstimmend mit den Annahmen betreffs der Erscheinungen bewahren, wie wenn sie im Mittelpunkte der Erde selbst sich befänden. — Ein klarer Beweis dafür ist auch der, dafs die durch das Auge gelegten Ebenen, welche wir Horizonte nennen, überall die ganze Sphäre des Himmels halbieren, was nicht stattfinden würde, wenn die Gröfse der Erde gegen die Entfernung der Himmelskörper merklich wäre; vielmehr könnte dann nur die durch den Mittelpunkt der Erde gelegte Ebene die Sphäre halbieren, die Ebenen aber durch einen Punkt der Erdoberfläche würden überall das unter der Erde Befindliche gröfser machen als das darüber Befindliche.

Kap. VI. Die Erde führt auch keine fortschreitende Bewegung aus.

Ebenso wie vorher kann man zeigen, dafs die Erde unmöglich irgendwelche Bewegung nach vorgenannten schiefen Richtungen oder überhaupt je aus der Lage im Mittelpunkte sich entfernen kann. Es träten dann nämlich dieselben Erscheinungen ein, wie wenn sie eine andere Lage als die im Mittelpunkte einnähme. Daher glaube ich auch, dafs es überflüssig ist, die Ursachen der Bewegung nach dem Mittelpunkte [des Weltalls] hin zu untersuchen, zunächst darum, weil die Erde den Mittelpunkt einnimmt und weil sich alle schweren Körper nach ihr hin bewegen, wie dies die Erscheinungen selbst deutlich lehren. Das Verständnis dafür würde allein schon durch den Umstand ermöglicht werden, dafs, wie gesagt, die Erde als kugelförmig und als im Mittelpunkt befindlich nachgewiesen ist, und dafs durchweg an jeder Stelle auf ihr das Streben und die Bewegungen der schweren Körper — ich meine die spontanen — überall und jederzeit rechtwinklig zu der Berührungsebene gerichtet sind, die durch den Punkt des Niederfallens

gelegt wird. Aus dieser Thatsache nämlich geht hervor, dafs, wenn jene Körper nicht von der Erdoberfläche gehindert würden, sie wirklich sich zum Mittelpunkte begäben, weil auch die nach dem Centrum hinführende Gerade stets senkrecht steht auf derjenigen Berührungsebene der Kugel, die durch den Schnittpunkt der Geraden hindurchgeht.

Wer es aber für widersinnig hält, dafs ein solches Gewicht wie die Erde weder auf irgendwelcher Unterlage ruht, noch sich bewegt, beurteilt, glaube ich, die Verhältnisse falsch, indem er die ihm nächstliegenden Erscheinungen statt der Eigentümlichkeit des Weltganzen zum Mafsstab nimmt. Denn ich glaube, man würde keinen Anstofs nehmen, wenn man einsähe, dafs jene Erde, so grofs sie ist, verglichen mit dem ganzen umgebenden Körper, im Verhältnis eines Punktes zu diesem steht. Dann nämlich wird es möglich scheinen, dafs etwas verhältnismäfsig so Kleines von dem schlechthin Gröfsten und dabei gleichmäfsig Verteilten beherrscht und von allen Seiten her in gleicher Weise nach allen Richtungen beeinflufst werde. Auch giebt es kein Unten und Oben im Weltall in Bezug auf die Erde, wie man denn bei einer Kugel sich nichts dergleichen vorstellen kann. Was aber die spontane und naturgemäfse Bewegung der auf ihr befindlichen Körper betrifft, so werden die leichten, aus dünnen Teilen bestehenden nach aufsen, gleichsam nach der Peripherie hin geschleudert; sie scheinen an jeder Stelle einen Trieb nach oben zu besitzen, weil dasjenige, was uns allen zu Häupten ist und oben genannt zu werden pflegt, nach der umschliefsenden Fläche zu gerichtet ist. Die schweren, aus dichten Teilen zusammengesetzten Körper andererseits bewegen sich nach der Mitte, gleichsam zum Centrum hin; sie scheinen nach unten zu fallen, weil dasjenige, was uns allen zu Füfsen ist und unten genannt zu werden pflegt, nach dem Erdcentrum zu gerichtet ist. Sie gruppieren sich aber natürlich um die Mitte herum infolge des allseitigen, völlig gleichmäfsigen Widerstrebens und des Widerstandes, den sie gegenseitig ausüben. Danach läfst sich denn auch leicht begreifen, dafs die ganze Masse der Erde, die so grofs ist im Vergleich zu dem, was sich zu ihr hin bewegt, durch den Antrieb der so ganz kleinen schweren Körper völlig unbewegt bleibt und gleichsam die niederfallenden Dinge auffängt. — Hätte sie aber auch eine gemeinsame und gleiche Bewegung wie die anderen schweren Körper, so würde sie offenbar durch ihr gewaltiges Übermafs von Gröfse beim Fallen allen anderen voraneilen und es blieben die lebenden Wesen, sowie die losgelösten schweren Körper in der Luft schwebend zurück, jene aber wäre schliefslich sehr bald selbst über den Himmel hinaus gefallen. Dergleichen aber ist schon in der blofsen Vorstellung überaus lächerlich.

Manche stimmen dem bei, da sie es für ziemlich überzeugend halten und keine Gegengründe anzuführen wissen. Sie meinen aber, es sei nichts dagegen einzuwenden, wenn sie etwa den Himmel unbewegt annähmen, die Erde aber um dieselbe Achse von Westen nach Osten sich drehen liefsen, oder auch beide sich irgendwie bewegen liefsen, nur gleichfalls um die genannte Achse und entsprechend dem Betrage der wechselseitigen Überholung. Es entgeht ihnen aber, dafs in Anbetracht der Himmelsbewegungen möglicherweise nichts dieser vereinfachenden Annahme im Wege steht; auf Grund aber der Erscheinungen in unserer nächsten Nähe und in der Luft würde auch dieses sich höchst lächerlich ausnehmen. Denn wir wollen ihnen zugeben, — so sehr es den Thatsachen widerspricht — dafs dann einerseits das Feinste und Leichteste entweder sich gar nicht bewegt oder ganz ebenso, wie dasjenige, was entgegengesetzte Beschaffenheit besitzt, während doch die der Luft beigemischten Dinge, selbst die minder feinen, sich so deutlich leichter bewegen als die mehr erdigen Substanzen; dafs andererseits das Dichteste und Schwerste eine so heftige und gleichmäfsige Eigenbewegung besitzt, während wiederum eingestandenermafsen die erdigen Stoffe bisweilen selbst bei fremder Einwirkung sich nicht nachgiebig erweisen: sie müfsten dann aber zugeben, dafs die Umdrehung der Erde schlechthin schneller ist als alle Bewegungen, die in ihrer Umgebung stattfinden, insofern sie in kurzer Zeit eine solche Lagenänderung bewirkt, dafs alles, was nicht fest auf ihr ruht, scheinbar ein und dieselbe der Erde entgegengesetzte Bewegung ausführt; es könnte dann nie so scheinen, als ob eine Wolke oder sonst etwas, was da fliegt oder geworfen wird, sich nach Osten bewegte; stets nämlich würde die Erde allem voraneilen und die östliche Bewegung überholen, sodafs alles Übrige nach Westen und nach rückwärts zu weichen schiene.

Denn wenn man sagen wollte, auch die Luft werde in derselben Weise und ebenso schnell wie die Erde herumgeführt, so würden nichtsdestoweniger die in ihr befindlichen Körper allenthalben hinter der gemeinsamen Bewegung zurückzubleiben scheinen. Oder wenn auch diese, gleichsam mit der Luft in eins verwachsen, mit herumgeführt werden sollten, so könnte nunmehr weder eine Bewegung nach vor- noch nach rückwärts aufzutreten scheinen, vielmehr würden scheinbar jene Körper stets an derselben Stelle verharren und weder beim Fliegen noch beim Werfen irgendwie hin- und herschwanken, was doch alles so deutlich thatsächlich stattfindet, wie wenn keinerlei Verzögerung oder Beschleunigung bei ihnen durch die Bewegung der Erde hervorgerufen würde.

Was die Gründe betrifft, die Tycho de Brahe gegen das kopernikanische System anführt, so sind sie hauptsächlich in seinen *Epistolae astronomicae* (Vraniburgi 1596) enthalten. So heifst es in einem an Christoph Rothmann, den Astronomen des Landgrafen Wilhelm IV. von Hessen-Kassel, gerichteten Brief vom 24. November 1589 (p. 167):

Da ich sehe, dafs Dir die kopernikanische Ansicht von den drei Bewegungen der Erde sehr gefällt, will ich gegen jede nur einen nicht sehr schwer verständlichen Einwand richten, obgleich man deren viel mehr erheben könnte. Was erstlich ihre tägliche Bewegung um die eigene Achse angeht, vermöge deren die Erde sich angeblich in 24 Stunden umdreht, und durch welche der allgemeine Lauf von Ost nach West erklärt werden soll: so sage mir, wie ist es möglich, dafs eine Bleikugel von einem sehr hohen Turm in richtiger Weise fallen gelassen, aufs genaueste den lotrecht darunter gelegenen Punkt der Erde trifft? Dafs dies ganz und gar unmöglich ist, wenn inzwischen die Erde sich gedreht hat, da ihr Lauf ein äufserst rascher ist, darüber wird Dich die mathematische Überlegung vergewissern. Denn in einer Zeitsekunde mufs auch in unseren ziemlich hohen Breiten die Erde sich um etwa 150 „gröfsere Schritte“ *(passus maiores)* drehen. Daraus berechne das Übrige. Denn der Fall des Bleis folgt nicht der Luft, sondern durchschneidet sie gewaltsam. Betreffs der zweiten, jährlichen Bewegung, welche die achte Sphäre in solche Ferne rücken würde, dafs die von der Erde beschriebene Bahn im Vergleich mit jener [achten Sphäre] verschwindend klein sein müfste: sprich, hältst Du es für wahrscheinlich, dafs der Raum zwischen der Sonne, dem angeblichen Centrum des Weltalls, und dem Saturn noch nicht den 700. Teil desjenigen Raumes beträgt, welcher zwischen diesem und der Fixsternsphäre sich befindet, eines Raumes, der zudem ganz sternenleer ist? Dies aber ist notwendig der Fall, wenn die jährliche Bahn der Erde nur eine scheinbare Gröfse von einer Minute haben soll. Ja selbst dann werden notwendigerweise die Fixsterne dritter Gröfse, welche eine Minute im Durchmesser haben, notwendig an Umfang gleich dieser Erdbahn sein müssen, d. h. sie werden 2284 Erdhalbmesser im Durchmesser betragen; denn sie werden etwa um 7 850 000 solcher Halbmesser entfernt sein. Und nun gar die Sterne erster Gröfse, deren scheinbare Gröfse bei etlichen 2, bei etlichen beinahe 3 Minuten beträgt! Und wenn gar die achte Sphäre noch höher hinaufgerückt wird, damit dort die jährliche Erdbewegung völlig verschwinde! Ermittle dieses, bitte, mathematisch, und Du wirst sehen, was für Absurditäten schon bei solcher Erwägung — um von anderen ganz zu schweigen — aus jener Annahme sich ergeben. Die dritte Erdbewegung fällt mit Aufhebung der jährlichen von selbst. Oder sollte sie in Deinen Augen mit ihr zugleich bestehen können: wie in aller Welt ist es möglich, dafs die Erdachse entgegengesetzt zur Bewegung des Mittelpunktes Jahr aus Jahr ein derart rotiert, dafs sie trotzdem zu ruhen scheint? Wie ist es ferner möglich, dafs die Achse und das Centrum zwei verschiedene Bewegungen besitzen in einem einzigen einfachen Körper, ganz zu geschweigen von jener dritten noch hinzukommenden täglichen?

Noch eingehender spricht Tycho an einer anderen Stelle (p. 188 f.) der *Epistolae astronomicae* seine Bedenken gegen das kopernikanische System aus. Bei dieser Gelegenheit bringt er die Erfahrungen beim Schiefsen als Belege für die Unbewegtheit der Erde vor, etwa in der Weise, wie es Galilei ihm hier in den Mund legt. Sodann fährt er fort:

Wenn manche glauben, ein Geschofs, das man vom Schiffe aus in die Höhe schleudere, werde, wenn dies innerhalb des Schiffsraumes geschehe, auf die nämliche Stelle niederfallen, wohin es bei ruhendem Schiffe gelangt, so bringen sie das unüberlegt vor, denn die Sache verhält sich ganz anders. Je schneller vielmehr die Vorwärtsbewegung des Schiffes ist, ein um so gröfserer Unterschied wird sich herausstellen.

In späterer Zeit glaubte übrigens Tycho die Achsendrehung der Erde nicht mehr so leicht abthun zu können. In den nach seinem Tode (1602) gedruckten *Progymnasmata* heifst es p. 662: *Alibi hoc non adeo leve, ut putatur, de motu diurno dubium resolvemus.* Dafs er hingegen jemals die Achsendrehung der Erde gelehrt habe, wie z. B. Carus Sterne in seiner Schrift: Die allgemeine Weltanschauung in ihrer historischen Entwicklung (Stuttgart 1889, p. 50) behauptet, ist ganz unrichtig. — Der erste, der auf die von Tycho erwähnten Erscheinungen des freien Falles auf bewegten Schiffen hingewiesen hat, scheint nach Wohlwill (Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes. Weimar 1884, p. 71) Giordano Bruno gewesen zu sein. W. verweist auf G. Bruno, *Cena delle Ceneri Dialog. III.* Cf. *Opere italiane* ed. Wagner 1830. I. p. 171.

27) p. 134. Christian Wursteisen (*Urstisius, Allasideros*), geboren 1544 in Basel (nicht in Rostock, wie Galilei irrtümlich angiebt), Geschichtschreiber, Theolog und Astronom, einer der ersten Anhänger des Kopernikus. Er machte in Italien Propaganda für das neue System, wie er denn nach seinem eigenen Geständnis mehr ein pädagogisches Talent, als ein selbständiger Forscher war. Er schrieb: *Quaestiones novae in theoricas planetarum Purbachii* (1568) und *Elementa Arithmeticae* (1573). Seit 1586 war er Stadtschreiber von Basel und starb als solcher 1588. — Man hat aus vorliegender Stelle schliefsen wollen, dafs Galilei selbst zuerst von Wursteisen mit dem kopernikanischen System bekannt gemacht worden sei. Es liegt dazu jedoch um so weniger Anlafs vor, als die Worte Sagredo und nicht Salviati in den Mund gelegt sind, welch letzterer doch höchstens als Repräsentant Galileis gelten könnte. Aber selbst Sagredo erzählt ja, dafs er in unmittelbare Berührung mit Wursteisen nicht gekommen sei. — Noch viel unglaubwürdiger ist freilich die von Vossius, *De Universae Matheseos Natura et Constitutione* (Amsterdam 1650, p. 192), von Weidler, *Historia astronomiae* (Wittenberg 1741, p. 396), von Laplace u. a. gegebene Erzählung, dafs Mästlins Vorträge in Italien, die wahrscheinlich gar nicht stattgefunden haben, Galilei die erste Kenntnis von der kopernikanischen Lehre gegeben hätten. Hätte Galilei eine Andeutung machen wollen, von wem er zuerst davon gehört habe, weshalb sollte er sich nicht unter der Bezeichnung „unser gemeinsamer Freund" oder „der Akademiker" genannt haben, wie dies an so vielen anderen Stellen des Dialogs geschieht?

28) p. 136. Vgl. zu p. 15.

29) p. 137. Unter kapellieren versteht man das Verfahren, mittels dessen silberhaltiges Blei auf seinen Silbergehalt geprüft wird; der dabei benutzte, aus Knochenasche geschlagene Tiegel heifst nämlich Kapelle.

30) p. 138. Von wem rührt das Argument der Centrifugalkraft her? Bei Galilei wird es dem Ptolemäus zugeschrieben (p. 199), findet sich aber in Wahrheit nicht bei ihm; die Worte, die im Almagest am meisten an die von Galilei gebrauchten anklingen, sind in dem oben übersetzten 6. Kapitel des ersten Buches enthalten (p. 117). [Hätte sie aber auch

.... über den Himmel hinaus gefallen.] Diese ganze Stelle ist aber nicht gegen die Achsendrehung der Erde, sondern gegen die Annahme einer Bewegung des Erdcentrums gerichtet, gegen die Annahme von einem Fallen der Erde, hat also eine ganz andere Bedeutung, als die von Galilei ihr beigelegte. Ebensowenig wird von Tycho die Centrifugalkraft als Argument gegen Kopernikus angeführt; hingegen wird sie allerdings, z. B. von Mästlin in seiner Schrift *Epitome astronomica* (Heidelberg 1582), worin er im Widerspruch mit seinen mündlichen Vorträgen einen antikopernikanischen Standpunkt einnimmt, zur Widerlegung der Erddrehung benutzt.

31) **p. 138.** Es sind die sogenannten Tretmühlen gemeint, deren wesentlicher Bestandteil ein innen mit Sprossen versehenes Rad bildet. Auf diesen Sprossen steigen Arbeiter — soviele, als die Breite des Rades gestattet — in die Höhe, das Rad weicht aus, der Arbeiter sinkt wieder an die unterste Stelle, und das Steigen beginnt von neuem. Auch jetzt noch wird von diesen Maschinen Gebrauch gemacht, wenn auch nicht in dem Umfange wie zur Zeit Galileis. — Die Mange ist eines der im Mittelalter üblichen Antwerke, d. h. der technischen Hilfsmittel für Belagerungszwecke; sie diente zum Schleudern grofser Steinblöcke. Von ihr ist schon in dem Gedichte Abbos (Anfang des 10. Jahrhunderts) *de obsidione Lutetiae* die Rede: I, 364:

> Conficiunt longis aeque lignis geminatis
> Mangana, quae proprio vulgi libitu vocitantur,
> Saxa quibus jaciunt ingentia.

32) **p. 139.** Die Identität des Wahren und Schönen oder vielmehr das gemeinsame Aufgehen dieser Ideen in der Idee des Guten ist in erster Linie eine platonische Lehre. Vgl. *Rep.* VI, 505 ff. — Aber auch Aristoteles betont die Identität des Schönen und Guten, indem ersteres das objektiv Gute im Verhältnis zu dem auffassenden Subjekte bezeichnet. *Rhet.* I, 9. 1366, a, 34. *De anima* III, 7. 431, b, 11.

33) **p. 142.** Welchen Text des Aristoteles Galilei benutzt hat, liefse sich vielleicht aus dem hier gegebenen Citat ermitteln, namentlich aus dem *„testo 97"*, welches ich durch „im 97. Paragraphen" übersetzt habe. In unseren Aristoteles-Ausgaben werden die Paragraphen gewöhnlich nicht mit durchgehender Nummer gezählt, sondern ihre Zählung beginnt kapitelweise von neuem. So ist die hier citierte Stelle im ersten Paragraphen des 14. Kapitels enthalten. Die vorangegangenen 13 Kapitel enthalten in der Didotschen Ausgabe zusammen 95 Paragraphen, sodafs die Einteilung des von Galilei benutzten Textes zwar nicht ganz, aber doch annähernd mit der unsrigen übereinstimmt. Vgl. Anm. zu p. 16.

34) **p. 145.** Vgl. p. 396.

35) **p. 146.** *Petitio principii* ist ein bekannter logischer Kunstausdruck, womit derjenige fehlerhafte Beweis bezeichnet wird, der die Behauptung mittels einer von der Behauptung abhängigen Prämisse erhärten will. Der aristotelische Syllogismus auf die kanonische Form gebracht, würde lauten:

A) Wenn die Erde sich dreht, kann der Körper nicht lotrecht fallen.
B) Der Körper fällt aber lotrecht.
C) Also dreht sich die Erde nicht.

Die zweite Prämisse ist aber in diesem Falle zweifelhaft, solange der Schlufssatz zweifelhaft ist. — Diese zweite Prämisse selbst wird hier *terminus medius (mezzo termine)* genannt, während üblicherweise der Mittelbegriff mit dieser Benennung belegt wird. — *Ignotum per aeque ignotum:* Unbekanntes durch ebenso Unbekanntes.

36) p. 148. Über die Beteiligung eines Teils der elementaren Sphäre an der täglichen Rotation, wie Aristoteles sie lehrte, vgl. zu p. 125.

37) p. 148. Hier und anderwärts (z. B. p. 161) ist sehr zu beachten, wie Galilei einen Unterschied des Beharrens bei „natürlichen" und bei „gewaltsamen" Bewegungen statuiert. Es zeigt dies abermals und von anderer Seite her, wie fern ihm damals noch das richtige Beharrungsgesetz gelegen hat, zu dessen allgemeiner Erkenntnis er überhaupt nicht durchgedrungen ist, und zwar gerade infolge davon, dafs er das Beharren der Bewegung vor allem stets zur Stützung des kopernikanischen Systems verwerten wollte. — Am Schlusse der Rede Salviatis (p. 149) tritt gleichfalls eine Unsicherheit in der Handhabung des Beharrungsgesetzes hervor, insofern die Luft, im Gegensatz zu dem, was Galilei den Salviati sagen läfst, in keiner Weise die Bewegung des Steins fördern kann, wenn beide das Bestreben haben, sich mit der nämlichen Geschwindigkeit zu bewegen. G. kann sich eben noch nicht völlig von der Vorstellung losmachen, die ihn in früheren Jahren beherrscht hat, dafs ein mitgeteilter Antrieb *(virtus impressa)* allmählich erlösche. — Eine Art von Korrektur erfährt diese Auffassung allerdings durch die Worte Salviatis p. 150 „oder, besser gesagt, die vorhandene nicht zu stören" *(o, per meglio dire, non impedirgli il già concepito).*

38) p. 151. Man könnte die Frage aufwerfen, ob Galilei jemals den Versuch anstellte. Aus der Darstellung im Dialoge scheint sehr bestimmt hervorzugehen, dafs dies nicht der Fall ist. Da G. aber in dem Briefe an Ingoli (Op. II, 99) ausdrücklich das Gegenteil versichert, so mufs man dieser Versicherung Glauben schenken, wiewohl es zu bedauern bleibt, dafs er nicht detaillierteren Bericht gegeben hat, namentlich inwieweit der Luftwiderstand die Ergebnisse beeinflufste. Bekanntlich hat später (1640) Gassendi Versuche in dieser Richtung gemacht und beschrieben. (Vgl. Gassendi, *de motu impresso a motore translato* in den *Opuscula philosophica.* Lugduni 1658, p. 478 ff.) Auch in Italien hat Giovanni Cotunio, Lektor an der Universität zu Bologna, auf schnellfahrenden Schiffen Pfeile senkrecht in die Höhe geschossen, gelangte aber zu widersprechenden Ergebnissen (Chiaram. *Difesa* p. 338). Die Thatsachen waren übrigens den Matrosen längst bekannt. — Der Tadel, dafs die Gegner des Kopernikus Versuchsergebnisse als ihrer Sache günstig hinstellten, ohne die Versuche je ausgeführt zu haben, richtet sich namentlich gegen Tycho. (Vgl. die p. 519 übersetzte Stelle aus den Epist. astr.)

39) p. 153. *Vires acquirunt eundo* (neue Kräfte erwerben sie im Laufe) mit Bezug auf *Verg. Aen.* IV, 175.

40) p. 154. Es scheint die Stelle auf p. 25 gemeint zu sein, wo freilich die Äufserung Sagredos nur an Salviati gerichtet ist, während Simplicio sich an der Debatte gar nicht beteiligt.

41) p. 155. Diese Art der Begründung weist deutlich darauf hin, dafs G. nicht sowohl dem eigentlichen Beharrungsgesetz auf die Spur gekommen

ist, als vielmehr dem Satze, dafs ein Körper auf einer Potentialfläche sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit längs einer kürzesten Linie bewegt, wenn er gezwungen ist auf derselben zu verbleiben, und nur die Potentialkräfte auf ihn wirken. Freilich sind dann die späteren Folgerungen aus diesem Gesetze, soweit sie sich auf den freien Fall und die Wurfbewegungen beziehen, nicht völlig legitim, denn bei diesen Bewegungen ist der fallende Körper nicht gezwungen auf derselben Potentialfläche zu verharren. Vgl. Einl. und Anm. zu p. 184. 302. 316.

42) p. 157. Über die aristotelische Lehre vom Beharrungsgrunde der Bewegung vgl. Zeller, Philosophie der Griechen, 3. Aufl., II, 2 p. 356. „Die Wirkung des Bewegenden auf das Bewegte denkt sich Aristoteles durch eine fortdauernde Berührung beider bedingt." In der Fufsnote hierzu heifst es sodann unter Hinweis auf *Phys.* VIII, 4. 255, a, 34. VIII, 1. 251, b, 1 ff. *Gen. et corr.* I, 6. 322, b, 21. I, 9. 327, a, 1. *Gen. an.* II, 1. 734, a, 3. *Metaph.* IX, 5: „Dafs diese Berührung des Bewegenden mit dem Bewegten nach Aristoteles nicht blofs eine einmalige, durch die es nur den ersten Anstofs erhielte, sondern eine während der ganzen Dauer der Bewegung fortgehende sein soll, erhellt namentlich aus seinen Annahmen über die Wurfbewegung. Hier scheint sich ein Körper zu bewegen, nachdem er aufgehört hat, mit dem Bewegenden in Berührung zu stehen. Dies kann aber Aristoteles nicht zugeben; er nimmt daher an (*Phys.* VIII, 10. 266, b, 27 ff. 267, b, 11 vgl. IV, 8. 215, a, 14. *De insomn.* 2. 459, a, 29 ff.), der Werfende bewege zugleich mit dem geworfenen Körper auch das Medium, durch welches der letztere sich bewegt (wie Luft oder Wasser), und zunächst von diesem gehe die Bewegung des Geworfenen aus, wenn es sich vom Werfenden entfernt hat. Weil aber diese Bewegung fortgeht, nachdem die des Werfenden schon aufgehört hat, während doch nach seiner Voraussetzung die des Mediums zugleich mit der des Werfenden aufhören mufs, greift er zu der seltsamen Auskunft, dafs das Medium noch bewegen könne, wenn es auch selbst nicht mehr bewegt werde: *οὐχ ἅμα παύεται κινοῦν καὶ κινούμενον, ἀλλὰ κινούμενον μὲν ἅμα ὅταν ὁ κινῶν παύσηται κινῶν, κινοῦν δὲ ἔτι ἐστίν* (267, a, 5). Das Gesetz der Trägheit, kraft dessen jede Bewegung fortdauert, bis sie durch eine Gegenwirkung aufgehoben wird, ist ihm demnach noch nicht bekannt. — Wie sich freilich die natürliche Bewegung der Elemente, vermöge deren jedes derselben dem ihm eigentümlichen Ort zustreben soll, aus einer Berührung mit einem Bewegenden ableiten lasse, würde schwer zu sagen sein; ist doch durch das, was *Phys.* VIII, 4. 254, b, 33 ff. *De coelo* IV, 3, Schl. steht, nicht einmal dargethan, dafs sie überhaupt von anderem bewegt werden." Was diese letzte Bemerkung Zellers betrifft, so scheint er zu übersehen, dafs Aristoteles das Fortbestehen der Bewegung nur in dem Falle auf die Berührung oder auf die Wirksamkeit eines Mediums zurückführt, wo es sich um gewaltsame Bewegungen handelt; die natürlichen Bewegungen der Elemente hingegen gehen bei ihm aus immanenten Trieben hervor, Bewegtes und Bewegendes sind in diesem Falle gewissermafsen identisch; der Mitwirkung eines Mediums bedarf es daher in diesem Falle nicht, wenngleich ein solches fördernd einwirken kann und thatsächlich fördernd einwirkt. Eine Hauptstelle, auf welche sich die peripatetische Lehre vom Beharren der Bewegung gründet, ist von Zeller nicht angeführt: *De coelo* III, 2. 301, b, 17. Sie lautet in

deutscher Übersetzung: „Da man nun unter Natur das dem Dinge selbst innewohnende Bewegungsprincip versteht, unter Gewalt aber, das einem fremden Dinge innewohnende, insofern es ein fremdes ist, da ferner jede Bewegung entweder natürlich oder gewaltsam ist, so wird die natürliche Bewegung, etwa die Abwärtsbewegung eines Steines, durch Gewalt noch beschleunigt werden, die widernatürliche aber überhaupt nur durch sie zustande kommen. Zu beiden Zwecken dient gleichsam als Werkzeug die Luft; denn diese hat die Eigentümlichkeit zugleich leicht und schwer zu sein. Demgemäfs wird sie die Aufwärtsbewegung bewirken, insofern sie leicht ist, sobald sie einen Anstofs erhält und so gewaltsam in Thätigkeit kommt; die Abwärtsbewegung hingegen [wird sie bewirken], insofern sie schwer ist, denn gleichsam dicht sich anschmiegend giebt sie [den bewegten Körper] beidemale weiter. Daher bewegt sich das gewaltsam Bewegte, auch wenn das Bewegende nicht nachfolgt. Wäre nämlich ein derartiges Medium nicht vorhanden, so gäbe es überhaupt keine gewaltsame Bewegung, aber auch die natürliche Bewegung eines jeden Körpers unterstützt es auf dieselbe Weise.“ Die Widerlegung dieser aristotelischen Lehre gehört zu den Glanzpartieen des Dialogs; es ist aber nicht zu vergessen, dafs in vieler Beziehung Galilei an Benedetti einen Vorgänger hatte. So namentlich hatte dieser bereits behauptet, dafs das Medium nicht nur nichts zum Beharren der Bewegung beitrage, sondern umgekehrt das Haupthindernis für die Beharrung abgebe. (Io. Ba. de Benedictis, *Diversarum speculationum liber Taurini 1585.* p. 184. Whewell, *History of the inductive sciences* II, 17; Wohlwill, *die Entdeckung des Beharrungsgesetzes* p. 25.)

43) **p. 157.** Was nicht ist, übt keine Wirkungen aus. Vgl. Arist. *Metaph.* II, 4. 999, b, 8.

44) **p. 159.** Vgl. die zu p. 157 citierte Stelle aus *De coelo* III, 2. 301, b, 17.

45) **p. 164.** Wohlwill (Die Entdeckung des Beharrungsgesetzes p. 77) macht darauf aufmerksam, wie die einfachsten Folgerungen aus dem Beharrungsgesetze zu Galileis Zeiten als etwas völlig Neues und Merkwürdiges angestaunt wurden. Er verweist in dieser Beziehung auf die Widmung und Vorrede der französischen Übersetzung (vom Jahre 1634) von Galileis Schrift *Della Scienza Meccanica,* wo Mersenne die hier berührten Erfahrungen als staunenswerte Erscheinungen bezeichnet.

46) **p. 165.** Das Wesen des Spieles mit der „Rollscheibe“ *(ruzzola)* geht mit hinreichender Deutlichkeit aus dem Texte hervor. Die erste Idee zu dieser hier eingeflochtenen Betrachtung kam Galilei am 11. April 1607. Vgl. Einl. p. XXI.

47) **p. 165.** Dieser erkenntnistheoretische Satz bezieht sich, wenn wir die Kantische Terminologie gebrauchen wollen, nur auf analytische Urteile und synthetische Urteile a priori. Galilei nennt hier Urteile nur dann wahr, wenn sie mit dem Bewufstsein der Allgemeingültigkeit und Notwendigkeit ausgesprochen werden, und behauptet mit Recht, dafs diese niemals durch blofse Mitteilung, ja auch nicht durch blofse Erfahrung zustande kommen.

48) **p. 166.** Vgl. die pseudo-aristotelische Schrift *Mechanica* cap. 8. 851, b, 15 ff.: *Διὰ τί τὰ στρογγύλα καὶ περιφερῆ τῶν σχημάτων εὐκινητότερα;*

49) **p. 168.** Unter den bleiernen Spielmarken *(chiose)* sind Bleimünzen

zu verstehen, die von den Kindern selbst in steinernen Formen geprägt und beim Spielen statt des Geldes benutzt werden (Favaro).

50) p. 169. Das italienische *giocatori di palla a corda* ist durch „Schlagballspieler" wiedergegeben. Es scheint sich um das noch jetzt in Italien übliche Ballspiel zu handeln, bei welchem der fast kopfgroſse Ball mittels einer Art Pritsche geschlagen wird, die im wesentlichen aus einem Netzwerk von Darmsaiten *(corde)* besteht. Die Spieler teilen sich in zwei Parteien, deren Schranken durch eine über die Mitte des Spielplatzes laufende Querlinie bezeichnet werden. An dem einen Ende des Platzes wird der Ball kräftig nach der Seite der Gegenpartei hingeschlagen, von dieser, nachdem er einmal die Erde berührt hat, zurückgeschlagen u. s. f. Es kommt dabei vor allem darauf an, den Rückschlag nicht zu versäumen. Der von Galilei angegebene Kunstgriff hat demgemäſs den Zweck, der Gegenpartei den Rückschlag zu erschweren oder unmöglich zu machen.

51) p. 169. Dieses Nationalspiel der Italiener, welches sie *giuoco delle palle* oder *giuoco delle boccie* nennen und welches hie und da auch in Deutschland gespielt wird, besteht in folgendem. Die Spieler teilen sich in zwei gleichstarke Parteien. Jeder Spieler hat eine eigene Kugel; einer, der bei Beginn des Spiels durch das Los, später von der siegreichen Partei bestimmt wird, hat auſser seiner eigenen Kugel noch eine kleinere, *pallino* genannt. Dieser wirft nun zuerst den *pallino* aus und sucht dann mit seiner eigenen Kugel, die er aus einer bestimmten Entfernung zu werfen hat, diesem so nahe als möglich zu kommen. Die übrigen Teilnehmer versuchen abwechselnd dasselbe, entweder nämlich sich dem *pallino* mit der eigenen Kugel möglichst zu nähern, oder die Kugel des Gegners, welche dem *pallino* zunächst liegt, davon zu entfernen. Nach jeder Runde gilt die Partei als siegreich, welche eine oder mehrere Kugeln zunächst an den *pallino* herangespielt hat (Favaro).

52) p. 172. Es ist damit wohl die lateinisch geschriebene Abhandlung *De motu naturaliter accelerato* gemeint, die in den *Discorsi* fast wörtlich reproduziert wird (Op. XI, 74—80).

53) p. 173. Vgl. Archimedes, *De lineis spiralibus* cap. 11: *Εἴ κα εὐθεῖα ἐπιζευχθῇ γραμμὰ ἐν ἐπιπέδῳ καὶ μένοντος τοῦ ἑτέρου πέρατος αὐτᾶς ἰσοταχέως περιενεχθεῖσα ἀποκατασταθῇ πάλιν, ὅθεν ὥρμασεν, ἅμα δὲ τᾷ γραμμᾷ περιαγομένᾳ φέρηταί τι σαμεῖον ἰσοταχέως αὐτὸ ἑαυτῷ κατὰ τᾶς εὐθείας ἀρξάμενον ἀπὸ τοῦ μένοντος πέρατος, τὸ σαμεῖον ἕλικα γράψει ἐν τῷ ἐπιπέδῳ.* Wenn eine gerade Linie in einer Ebene gezogen wird, und diese mit gleichförmiger Geschwindigkeit um den einen festliegenden Endpunkt sich dreht, bis sie in ihre anfängliche Lage zurückkehrt, und wenn sich gleichzeitig mit der Drehung der Linie irgend ein Punkt auf der Linie mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegt, an dem festliegenden Ende beginnend, so wird der Punkt auf der Ebene eine Spirale beschreiben.

54) p. 173. Völlig ferne liegt Galilei einstweilen noch der Gedanke, daſs ein Körper unter der gleichzeitigen Wirkung einer nach einem Punkte gerichteten Anziehungskraft und einer gewissen Anfangsgeschwindigkeit eine Bahn beschreiben könne, welche niemals durch das Centrum der Anziehung hindurchführt. Er betrachtet es vielmehr als selbstverständlich, daſs eine fortdauernde Anziehung von seiten eines Punktes den angezogenen

Körper schliefslich an diesen Punkt gelangen lassen mufs. Ebenso hat Galilei nirgends die überkommene Auffassung verlassen, die nicht sowohl von einem Angezogenwerden des schweren Körpers spricht, als vielmehr von einem Trieb des Körpers nach dem Erdmittelpunkt. So wenig scheinbar auf diesen Wechsel der Auffassung ankommt, der mehr einen veränderten Sprachgebrauch als eine sachlich neue Erkenntnis darstellt, so förderlich war dieser doch nachmals für den Fortschritt der Erkenntnis. Eine nach mancher Seite hin richtigere Ansicht über das Wesen der Schwere hat Kepler gehabt; ja man darf behaupten, dafs er die allgemeine Gravitation vor Newton gelehrt habe, abgesehen von der, allerdings überaus wesentlichen, Bestimmung betreffs der Gröfse der Attraktion. Vgl. die *Introductio* zu Keplers *De motibus stellae Martis (Ed. Frisch vol. III. p. 151).* Hier findet sich u. a. der Satz: *Gravitas est affectio corporea mutua inter cognata corpora ad unitionem seu conjunctionem (quo rerum ordine est et facultas magnetica), ut multo magis Terra trahat lapidem, quam lapis petit Terram.*

Die nun folgende Betrachtung über die absolute Bewegung eines auf der rotierenden Erde fallenden Körpers ist eine der unbegreiflichsten Sonderbarkeiten des Dialogs. Galilei war zur Zeit, als er sein Werk veröffentlichte, längst im Besitz der gereifteren Erkenntnis, dafs die Bahn in erster Annäherung eine Parabel sein mufs; er spricht auch ausdrücklich das folgende nicht als eine Behauptung, sondern als eine Vermutung aus und versichert später in einem Briefe an Carcaville vom 5. Juni 1637 (Op. VII, 155), die Sache sei nicht ernst gemeint gewesen. Offenbar hatte Galilei sich in früherer Zeit, ehe er den Schlüssel zu dem richtigen Verständnis in Händen hatte, jene Hypothese gebildet, die ja immerhin etwas Bestechendes hat, insofern sie an Einfachheit mit der aristotelischen nicht nur konkurrieren kann, sondern sie noch überbietet. Dafs sie aber auch noch im Dialog vorgeführt wird, ist nur zu erklären, wenn man daran denkt, dafs dieser, wenn auch blofs im höchsten Sinne des Wortes, eine Agitationsschrift ist, die ausnahmsweise auch überreden statt überzeugen will.

Das Irrige in der angestellten Betrachtung liegt zunächst in den Prämissen. Galilei benutzt nämlich erstens sein unrichtiges Beharrungsgesetz, durch welches ein Beharren in der Kreisbewegung ausgesagt wird. Dieses giebt zwar da, wo es sich um kleine Strecken handelt, annähernd richtige Resultate, ist aber hier, wo die Distanzen von derselben Ordnung sind, wie die Dimensionen der Erde, gänzlich unstatthaft. Zweitens ist ihm noch unbekannt, dafs die Beschleunigung der fallenden Körper nicht als konstant angesehen werden darf, sobald die Entfernung vom Erdcentrum beträchtlich zu- oder abnimmt.

Stellen wir uns nun aber auf den galileischen Standpunkt und benutzen gleichfalls seine unrichtigen Prämissen, so gelangen wir dennoch nicht zu dem von ihm angegebenen Resultate. Dafs er von falschen Voraussetzungen ausging, ist nicht nur entschuldbar, sondern beinahe selbstverständlich. Dafs er hingegen nicht ernsthaft prüfte — wozu seine Mittel ausreichten — was auf Grund dieser Voraussetzungen und seiner eigenen Fallbewegungslehre eintreten müsse, ist um so verwunderlicher, als er scheinbar kein geringes Gewicht auf das Resultat legt und es an verschiedenen Stellen des Dialogs schon vorher in Aussicht stellt (p. 35.

37. 48), sowie an späteren sich darauf bezieht (p. 257. 279 und sonst). — Bezeichnet man die Entfernung der Turmspitze vom Mittelpunkte mit ϱ, die jeweilige Entfernung des Steines vom Mittelpunkte mit r, den Winkel, um welchen der Turm seit Beginn des Falles sich gedreht hat, mit Θ, so würde, wenn Galilei Recht hätte, d. h. wenn der Kreis CIA die wirkliche Bahn wäre, die Relation bestehen müssen:

$$r = \varrho \cos \Theta,$$

also

$$\varrho - r = \varrho (1 - \cos \Theta) = 2\varrho \sin^2 \frac{\Theta}{2}.$$

Nach der galileischen Fallbewegungstheorie ist hingegen, da Θ proportional der Zeit wächst,

$$\varrho - r = k\Theta^2,$$

wo k eine Konstante bedeutet. Diese Ausdrücke können aber offenbar nicht identisch sein, nicht einmal für den Fall kleiner Werte von Θ, da dann die Konstanten in den beiden Formeln durchaus verschiedene Werte besitzen. Überdies ist eine Beschränkung auf kleine Werte von Θ hier der Natur der Sache nach unzulässig.

In anderer Beziehung ist freilich diese ganze Herleitung von grofser Bedeutung für die Geschichte der Mechanik, insofern vielleicht zum ersten Male in klarer Weise das Princip der Zusammensetzung verschiedenartiger Bewegungen zur Analyse von thatsächlich in der Natur stattfindenden Bewegungen benutzt wird.

55) p. 177. Bekanntlich ist bei ein und derselben Anfangsgeschwindigkeit die Wurfweite dann ein Maximum, wenn der Abgangswinkel ein halber Rechter ist. Es war dies schon lange vor Galilei von Tartaglia behauptet, wenn auch nicht bewiesen worden.

56) p. 180. Über die Reise Sagredos nach dem Orient vgl. Einl. p. LI. Der dem Sagredo in den Mund gelegte Einfall rührt aus dem Jahre 1607 (vgl. Einl. p. XXI), also aus der Zeit vor der Reise Sagredos; man ersieht daraus, dafs die persönlichen Verhältnisse und die scheinbar charakteristischen Äufserungen der Interlocutoren des Dialogs nur ganz im allgemeinen der Wirklichkeit entsprechen.

57) p. 183. Das hier erwähnte Thesenbüchlein *(libretto di conclusioni)* führt diese Bezeichnung, weil sein Inhalt in öffentlicher Disputation verteidigt werden sollte. Gemeint ist die 112 Quartseiten umfassende Schrift des Jesuiten Clementi, deren voller Titel lautet: *Enciclopaedia amplissimo Principi Scipioni Card. Burghesio, dedicata explicata et defensa centum philosophicis assertionibus a Clemente de Clementibus in Collegio Romano Societatis Jesu. An. MDCXXIIII. Romae, ex typ. Jacobi Mascardi.* (Vgl. Favaro, *La Libreria di Galileo Galilei.* Roma 1887 p. 26.) Die im Text verspottete Stelle findet sich auf p. 157 des Büchleins.

58) p. 184. Diese Stelle enthält wohl die gröfste Annäherung an die Erkenntnis des allgemeinen Beharrungsgesetzes, soweit eine solche im Dialog niedergelegt ist; auch die *Discorsi* führen nicht wesentlich über diese Stufe hinaus. Aber auch hier ist die Unveränderlichkeit der Geschwindigkeit neben der Unveränderlichkeit der Richtung nicht erwähnt, und die ganze Stelle macht durchaus keinen Anspruch darauf, ein funda-

mentales Princip zu formulieren. Es ist sehr fraglich, ob im vorliegenden Fall Galilei eine Unveränderlichkeit der Geschwindigkeit überhaupt zugegeben haben würde.

59) p. 187. Die im folgenden auseinandergesetzte Praxis der Vogelschützen und ebenso die sie erläuternde Theorie ist unrichtig, und zwar auch dann, wenn man, wie im vorliegenden Fall offenbar geschieht, von der Einwirkung der Schwere auf die Flugbahn des Geschosses absieht. Galilei läfst den Salviati versuchsweise sein irriges Beharrungsgesetz hier sogar auf den Fall ausdehnen, wo das Centrum der Rotationsbewegung nicht der Erdmittelpunkt ist, sondern das Auge des Schützen. Sagredo berichtigt nachher den Fehler, gleichwohl scheint aus dieser Stelle hervorzugehen, dafs Galilei selbst eine Zeit lang in der irrigen Meinung befangen war. (Vgl. Einl. p. LVII.) Die Meinung Salviatis ist offenbar, dafs, abgesehen von der Schwere, die Kugel, welche aus dem rotierenden Flintenlauf abgefeuert wird, gleichzeitig die fortschreitende und die rotierende Bewegung beibehalte, also eine archimedische Spirale beschreibe; in Wahrheit aber legt sie, bei Vernachlässigung der Fallbewegung, eine gerade Linie zurück. Die Richtung derselben fällt mit der Diagonale eines Rechtecks zusammen, dessen eine Seite der verlängerte Radius, dessen andere die entsprechende Tangente ist; die beiden Rechteckseiten müssen sich dabei verhalten wie die Schufsgeschwindigkeit zu der linearen Geschwindigkeit der rotierenden Laufmündung. — In dem vorher besprochenen Falle, wo der senkrecht gerichtete Kanonenlauf um den Erdmittelpunkt sich drehte, konnte, wie nachher ganz richtig auseinandergesetzt wird, die Betrachtung als korrekt angesehen werden, da diese Rotationsbewegung in Anbetracht der thatsächlichen Dimensionen kaum verschieden von einer Translationsbewegung war.

60) p. 189. Hier ist Galilei im Unrecht; östliche Horizontalschüsse müssen auf der rotierenden Erde theoretisch in der That höher, westliche tiefer gehen als auf der unbewegten Erde. Der Irrtum ist wiederum hervorgerufen durch das falsche Beharrungsgesetz, nach welchem eine horizontale Anfangsbewegung eine beständige Kreisbewegung um den Erdmittelpunkt im Gefolge haben soll. Doch scheint hier G. in seine eigene Erklärung ein gewisses Mifstrauen gesetzt zu haben, da er nachher (p. 191), auf den gegnerischen Standpunkt sich stellend, überschlagsweise den Betrag der sehr geringen Abweichung zu berechnen versucht, die eintreten müfste. Diese Rechnung ist aber auf völlig verfehlter Grundlage angestellt und führt nur insofern zu einem richtigen Ergebnis, als die Gröfse der Abweichung in der That recht unbedeutend ist.

61) p. 191. Die Annahme, dafs die Versuche in diesem Falle unter dem Äquator angestellt werden, ist nicht, wie G. meint, ein den Gegnern eingeräumter Vorteil; im Gegenteil würde sich die Abweichung unter jeder anderen Breite bedeutender herausstellen. Auch wird die Voraussetzung, dafs man sich unter dem Äquator befinde, bei der folgenden Rechnung in keiner Weise benutzt.

62) p. 191. Die Art, wie Galilei die Rechnung führt, ist kaum zu verstehen und sicherlich falsch. Es scheint, als ob er sein Verfahren entsprechend dem Falle gestaltet habe, wo es sich um Bewegungen am Himmel handelt, bei welchen die Erde als Punkt, der Beobachtungsort als Cen-

trum der Himmelsbewegungen betrachtet werden darf. Dies ist aber hier völlig unzulässig.

63) **p. 191.** In dem Werke des Kopernikus *De revolutionibus orbium caelestium* findet sich im 12. Kapitel des ersten Buchs eine von Galilei und anderen vielfach benutzte Sinustafel.

64) **p. 192.** In der *editio princeps* und allen anderen mir zugänglich gewesenen Ausgaben steht umgekehrt: *ma gli occidentali riuscirebbon bassi, ed alti gli orientali.* Dies ist jedoch sachlich unrichtig und mufs auf einem Schreibfehler Galileis beruhen. Denn Sagredo will doch offenbar sagen: Die Kanoniere haben sich die Übung erworben, die durch die Erdbewegung verursachte Abweichung gewissermafsen instinktiv mit in Rechnung zu ziehen, d. h. nach Westen schon von vornherein das Ziel höher zu nehmen, da ohne dieses Mittel die Schüsse zu tief gingen. Stünde nun in Zukunft die Erde still, und die Kanoniere blieben bei ihrer bisherigen Praxis, so würden die westlichen Schüsse nunmehr zu hoch gehen müssen, die östlichen hingegen zu tief.

65) **p. 197.** Fast wörtlich übereinstimmend mit der nachstehenden Darstellung ist die in dem Briefe an Ingoli gegebene. Vgl. Op. II, 101.

66) **p. 201.** Die Vorliebe Galileis, Argumente des Gegners mit einem noch vermehrten Schein von Richtigkeit zu umgeben, bevor er sie widerlegte, bethätigte er auch bei mündlichen Disputationen. Auf die Zuhörer übte dies, wie sich begreifen läfst, häufig eine belustigende Wirkung. Vgl. die Schilderung Querenghis in seinem Briefe an den Kardinal Alessandro d'Este vom 20. Januar 1616. (Op. VIII, 383.)

67) **p. 202.** *Nostrum scire sit quoddam reminisci* unser Wissen sei eine Art von Wiedererinnerung. Diese Lehre wird von Plato, insbesondere in seinem *Meno*, c. XIV—XVI, vorgetragen.

68) **p. 205.** Die Ausführungen über das Wachsen der Entfernung von der Peripherie sind ganz im Geiste moderner Infinitesimalrechnung gehalten, deren erste Keime bei Galilei verschiedentlich zu entdecken sind. — Nennt man den Radius R, die Entfernung auf der Tangente x, so ist die Entfernung von der Peripherie $\sqrt{R^2 + x^2} - R$; für ein kleines x ist dieses, mit Vernachlässigung höherer Potenzen von x, gleich $\frac{x^2}{2R}$, also unendlich klein von der zweiten Ordnung.

69) **p. 206.** Die galileischen Ansichten über das Wesen der Centrifugalkraft sind freilich in ihrem letzten Ergebnis falsch, enthalten aber auf der anderen Seite soviel Neues bezüglich der Methode und Auffassung mechanischer Probleme, dafs sie gleichwohl zu dem Bedeutendsten gehören, was im Dialoge enthalten ist, ja zu dem Bedeutendsten, was Galilei überhaupt geleistet. Kopernikus hatte zur Widerlegung der Meinung, es müsse durch die Centrifugalkraft alles davonfliegen, was nicht niet- und nagelfest sei, auch hier nur das schlechte Argument vorzubringen gewufst, dafs die kreisförmige Bewegung um den Mittelpunkt der Erde nicht mit anderen Kreisbewegungen verglichen werden dürfe, weil sie im Gegensatze zu diesen eine „natürliche" Bewegung der Körper sei. — Richtigere Ansichten über die Centrifugalkraft stellte zuerst Benedetti auf, der hier wie in anderen mechanischen Fragen als der bedeutendste Vorgänger Galileis zu betrachten ist. Namentlich war er der erste, der lehrte, dafs

der Trieb eines mit dem rotierenden Körper verbundenen Körpers längs der Tangente der Kreisbahn im Trennungspunkte gerichtet sei (vgl. Wohlwill, Die Entdeckung des Beharrungsges. p. 27). Galileis Methode hätte vollständig ausgereicht, die Centrifugalkraft auch ihrer Gröfse nach richtig zu beurteilen, was erst später Huyghens thatsächlich leistete. Er wollte aber zu viel beweisen und scheiterte infolge dessen; er meinte nachweisen zu können, dafs, wie gering auch die Schwere und wie grofs auch die Rotationsgeschwindigkeit angenommen werden möge, gleichwohl nie der Fall eintreten könne, dafs der Körper fortgeschleudert werde. — Es ist merkwürdig genug und für das historische Verständnis wissenschaftlicher Entdeckungen höchst belehrend, zu sehen, wie schwer es ist, ein richtiges Princip konsequent zu Ende zu denken. Uns kommt es fast unbegreiflich vor, wie G., der die parabolische Bahn geschleuderter Körper zu entdecken wufste, der andererseits wohl auch einsah, dafs die Centrifugalkraft nichts anderes ist, als eine Folge des Beharrungsgesetzes, sich dennoch nicht durchringen konnte zu der Erkenntnis, dafs infolge der Centrifugalkraft und der (konstanten) Schwere ein Stein auf der Erdoberfläche eine parabolische Bahn beschreiben müfste, die je nach der Geschwindigkeit der Erddrehung und der Gröfse der Gravitationskonstante den Umfang der Erde von innen oder von aufsen berührt. Sobald das erstere der Fall ist, kann wegen des Widerstandes der Erde eine Bewegung überhaupt nicht zustande kommen, im letzteren Falle aber würde ein Fortschleudern allerdings eintreten. Thatsächlich sind die Bedingungen für den ersten Fall vorhanden, wie durch Rechnung leicht festzustellen ist; infolge dessen bewirkt die Centrifugalkraft nur eine Verminderung, nicht aber eine vollständige Aufhebung des Gewichtes des Körpers. — Freilich mufste das unrichtige Beharrungsgesetz Galileis ihm bei dieser Untersuchung sehr hinderlich sein. Bei den früheren Gelegenheiten betrachtete er als „natürliche" Bewegung die kreisförmige, mit 24-stündiger Periode; hier spricht er von dem Impuls längs der Tangente, es schwebt ihm also ein richtiges Beharrungsgesetz vor. Er unterscheidet aber zwischen diesen beiden Dingen, und darin mag eine Hauptquelle für die Irrtümer liegen, die er begeht. In Wirklichkeit existiert eben nur dieser Impuls längs der Tangente, dieser wird durch die Schwere fortwährend und zwar mit Erfolg bekämpft, und infolge dieser beiden Faktoren im Verein mit dem Widerstand der festen Erde kommt erst die Kreisbewegung zustande, welche Galilei anderwärts die natürliche nennt.

70) p. 207 *ad destruendum sufficit unum.* Zur Widerlegung einer Behauptung genügt ein einziger [widersprechender] Umstand.

71) p. 208. Diese Frage ist sonderbar, fast unverständlich formuliert; wie sie gemeint ist, geht aber aus der Fortsetzung mit hinreichender Deutlichkeit hervor.

72) p. 210. Unter der dritten Proportionalen zu den beiden Strecken BA und C versteht man bekanntlich diejenige Strecke x, welche der Bedingung genügt

$$\overline{BA} : C = C : x .$$

Komposition heifst diejenige Transformation einer Proportion, bei welcher $a : b = c : d$ übergeht in $(a + b) : b = (c + d) : d$.

73) p. 210. Der erste der beiden Einwände Sagredos ist thatsächlich berechtigt und wird im folgenden auch nur ungenügend widerlegt; der andere beruht auf der falschen, nachher berichtigten Vorstellung, dafs die Fallbeschleunigung proportional dem Gewichte oder doch wesentlich von ihm abhängig sei.

74) p. 211. Es ist dies wohl das erste Mal, dafs, ganz in der heute üblichen Weise, die Abhängigkeit einer veränderlichen Gröfse von einer anderen figürlich dargestellt wird; die Zeiten werden als Abscissen, die zugehörigen Geschwindigkeiten als Ordinaten abgetragen. Schon dieser Versuch allein reicht aus, um dem vorliegenden Abschnitte des Dialogs eine hohe historische Bedeutung zu sichern.

75) p. 211. So ganz „offenbar" ist dies nicht, wenn es auch thatsächlich richtig ist. Galilei hat in den *Discorsi* auf diese Proportionalität der Fallgeschwindigkeit mit der Fallzeit seine ganze Ableitung der Fallgesetze gegründet. Gleichwohl meinte er selbst noch im Jahre 1604 (vgl. den Brief an Paolo Sarpi Op. VI, 24), dafs die Geschwindigkeiten sich verhielten wie die durchfallenen Strecken, was völlig unrichtig ist und als unrichtig später von ihm selber nachgewiesen wird. — Oder meint G., die Richtigkeit seiner Behauptung folge offenbar aus der entworfenen Figur? In diesem Falle bedürfte es aber der Rechtfertigung dieser Figur; es müfste gezeigt werden, dafs die Strecken FG, HI, KL auf einer und derselben durch den Punkt A laufenden geraden Linie endigen müssen.

76) p. 211. Bei der Darlegung dieser zweiten angeblichen Ursache für eine Geschwindigkeitsabnahme stellt sich Salviati zunächst auf den Standpunkt, dafs die Fallgeschwindigkeit dem Gewichte proportional sei. Diese falsche aristotelische Ansicht wird nachher aber dahin berichtigt, dafs eine solche Proportionalität nicht besteht: die völlige Unabhängigkeit der Fallgeschwindigkeit vom absoluten und specifischen Gewichte freilich wagt Galilei hier noch nicht zu behaupten, er spricht sie vermutungsweise erst in den *Discorsi* aus (Op. XIII, 74).

77) p. 212. Was Galilei sagen will, würde in moderner Ausdrucksweise lauten: Die eine „Bewegung" (nämlich die von der Centrifugalkraft herrührende) ist ein Unendlichkleines von der zweiten Ordnung, die andere (die Fallbewegung) ein Unendlichkleines erster Ordnung; die erstere ist daher ohne Einfluſs. — So erstaunlich es nun auf der einen Seite ist, ein wie tiefes Verständnis für die fundamentalen Begriffe der Infinitesimalrechnung wir bereits bei Galilei finden, so täuscht er sich bei dem vorliegenden Probleme dennoch. Sein Irrtum rührt daher, dafs er bei der Centrifugalkraft unter der „Bewegung" stets die durchlaufene oder zu durchlaufende Strecke, bei der Fallbewegung hingegen die erlangte Geschwindigkeit in Rechnung zieht. Nimmt man in beiden Fällen die Strecken, oder in beiden Fällen die Geschwindigkeiten, so werden die unendlichkleinen Gröfsen von gleicher Ordnung, woraus sich ergiebt, dafs die Centrifugalkraft nicht ohne Einfluſs ist.

78) p. 214. Im Original steht *tra la segante e la circonferenza; segante* mufs jedoch Druck- oder Schreibfehler für *tangente* sein.

79) p. 214. Aristoteles lehrt, dafs die Fallgeschwindigkeit eines und desselben Körpers umgekehrt proportional sei der Dichtigkeit des Mediums, und dafs die Fallgeschwindigkeit verschiedener, aber gleichgestalteter

Körper, direkt proportional ihrem Gewichte sei. Vgl. Arist. *Phys.* II, 8. 215, a, 25 ff. Gegen diese Anschauungen war Galilei schon während seiner Anstellung in Pisa aufgetreten.

80) p. 215. Es scheint die Stelle Arist. *De gen. et corr.* I, 2. 316, a, 10 gemeint zu sein, die sich auf Plato bezieht, obgleich sein Name nicht genannt ist. Es heifst dort z. B. *Ἴδοι δ' ἂν τις καὶ ἐκ τούτων ὅσον διαφέρουσιν οἱ φυσικῶς καὶ λογικῶς σκοπεῦντες.* Vgl. auch p. 415.

81) p. 215. „Die Kugel berührt die Ebene in einem Punkte." — Über die Anwendbarkeit abstrakter mathematischer Sätze auf reale physische Verhältnisse wurde von Alters her gestritten. So führt Aristoteles (*Metaph.* II, 2. 998, a, 3) eine Äufserung von Protagoras an, wonach Lineal und Kreis sich nicht einpunktig berühren, und billigt diese Widerlegung der Mathematiker. Die von Galilei verfochtene Ansicht gab denn auch seinen peripatetischen Gegnern heftigsten Anstofs; so bekämpft Antonio Rocco gerade diesen Satz mit besonderer Lebhaftigkeit. (Op. II. 253 ff.)

82) p. 217. Der von Simplicio angeführte, allerdings nicht ausreichende Beweis des Peripatetikers ist doch nicht ohne weiteres zu verwerfen. Die Sache liegt vielmehr so, dafs es erst einer besonderen Definition bedarf, was unter der Länge einer Kurve zu verstehen sei; eine solche hat nun allerdings ihre Schwierigkeiten und, um sie korrekt zu gestalten, bedarf es eines mit vielen Kautelen umgebenen Grenzübergangs. Dann aber läfst sich in der That ein strenger Beweis für das Axiom des Archimedes geben. (Vgl. z. B. Scheeffer in den *Acta math.* Bd. V, 49 – 82.)

83) p. 223. G. legte ein solches Gewicht auf seine im vierten Teile des Dialogs niedergelegte Theorie von Ebbe und Flut, in welcher er die Hauptstütze des kopernikanischen Systems zu finden glaubte, dafs er anfänglich dem Dialog den Titel *Dialogo del flusso e reflusso* zu geben beabsichtigte.

84) p. 224. Diese Worte erinnern an die Motivierung, welche Galilei bei seinem zweiten Verhör am 30. April 1633 vor dem Kommissar der Inquisition für den im Dialog festgehaltenen Standpunkt abgab. In der von ihm zu Protokoll gegebenen Erklärung (Gebler, Akten p. 82 f.) heifst es (nach der Übersetzung von Reusch): „Da mir diese Entschuldigung, wie gesagt, nicht genügte, so recurrierte ich auf jene Entschuldigung, die darin liegt, dafs ein jeder von Natur geneigt ist, an seinen eigenen Subtilitäten und daran Gefallen zu finden, sich dadurch scharfsinniger als die meisten Menschen zu erweisen, dafs er auch falsche Sätze durch ingeniöse und blendende Beweisführungen wahrscheinlich zu machen weifs."

85) p. 224. Obgleich die folgenden Erörterungen nur als „Extrazugabe" *(per colmo e buona misura)* angestellt werden, so ist doch erst in ihnen die Ahnung des wahren Sachverhalts enthalten, wiewohl auch hier wesentliche Irrtümer unterlaufen. Für das Verständnis ist zu beachten, dafs im folgenden unter Geschwindigkeit stets lineare Geschwindigkeit, nicht Winkelgeschwindigkeit zu verstehen ist. G. macht nun mit vollem Recht darauf aufmerksam (p. 231), dafs bei Kreisbewegungen die „Schleuderkraft" *(la proiezione, la causa della proiezione)* abnimmt, wenn bei gleichbleibender linearer Geschwindigkeit der Radius des Kreises zunimmt. Wenn er hingegen, obgleich nur vermutungsweise, den Satz ausspricht, dafs bei gleichen Winkelgeschwindigkeiten die Centrifugalkraft konstant bleibe, also

unabhängig von dem Radius sei (p. 231), so irrt er. Die Quelle seines Irrtums ist folgende. Er hat ganz richtig bemerkt, dafs bei gleichem Radius die Centrifugalkraft mit wachsender linearer oder Winkelgeschwindigkeit gleichfalls wächst; er meint aber, wie nachher ausgesprochen wird, sie sei der Geschwindigkeit proportional, während sie in Wahrheit dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist; es schwebt ihm mithin, wenn mit r der Radius, mit v die lineare Geschwindigkeit bezeichnet wird, für den Betrag der Centrifugalkraft die Formel $\frac{v}{r}$ vor, während die richtige von Huyghens *(Horologium oscillatorium. Pars V.)* gefundene Formel ihren Wert auf $\frac{v^2}{r}$ normiert. Nennt man die Winkelgeschwindigkeit ω, sodafs $v = r\omega$, so geht die erstgenannte Formel in ω über, wird also von r unabhängig, die huyghenssche Formel aber in $r\omega^2$, welche zeigt, dafs bei gleicher Winkelgeschwindigkeit die Centrifugalkraft dem Radius proportional ist. Bei dem gleich nachher angeführten Zahlenbeispiel hat allerdings G. insofern Recht, als bei einem Radius, der sechsmal so grofs ist, und bei einer linearen Geschwindigkeit, die zweimal so grofs ist als in einem anderen Falle, die Centrifugalkraft einen geringeren Betrag annimmt als in diesem anderen Falle. Sie beläuft sich nämlich auf $\frac{2}{3}$ des dann geltenden Wertes; G. dachte aber, wiewohl er es an dieser Stelle nicht ausdrücklich ausspricht, dafs sie nur $\frac{1}{3}$ desselben betrage, weil die Winkelgeschwindigkeit nämlich in diesem Verhältnis sich vermindert hat.

86) p. 226. Im folgenden wird der Versuch gemacht, das sogenannte Princip der virtuellen Geschwindigkeiten zur Begründung einer Theorie der Centrifugalkraft zu verwerten. So glücklich Galilei mit diesem Princip bei anderer Gelegenheit, namentlich in der schon frühe verfafsten, aber erst nach seinem Tode veröffentlichten Schrift *Della scienza meccanica* operierte, so wenig kann man den vorliegenden Versuch als gelungen ansehen; interessant bleibt aber unsere Stelle schon darum, weil Galilei, abgesehen von den noch unvollkommenen Bemühungen Leonardo da Vincis und Guido Ubaldis, der erste ist, welcher dem Princip korrekten Ausdruck verliehen hat. Die Erläuterung des Satzes von den virtuellen Geschwindigkeiten wird hier nur durch die Anwendung auf den Hebel gegeben, in der Schrift *Della scienza meccanica* aber wird er auch auf die übrigen mechanischen Potenzen angewendet.

87) p. 228. Hier taucht zum ersten Male die später so vielfach erörterte Frage auf, welche Quantität als Mafs der „Kraft" eines bewegten Körpers zu gelten habe; die Frage führte später zu dem bekannten erbitterten Streit, ob das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit, die sogenannte Bewegungsgröfse, oder das Produkt aus Masse und Quadrat der Geschwindigkeit, die sogenannte lebendige Kraft, als Mafs dafür anzusehen sei. Über die Berechtigung und den Sinn beider Anschauungsweisen vgl. z. B. Dühring, Kritische Geschichte der allgemeinen Principien der Mechanik (Leipzig 1877) p. 223ff.

88) p. 232. Unter dem „Thesenbüchlein" sind die schon p. 96 erwähnten *Disquisitiones mathematicae* von Scheiners Schüler Locher verstanden. An ihnen wird im folgenden eine überaus scharfe Kritik geübt, schärfer und eingehender als es das herzlich unbedeutende Schriftchen

eigentlich verdient hätte. Es scheint, dafs G. bei Abfassung dieser, sachlich ja völlig berechtigten, Kritik Kenntnis von der Absicht Scheiners hatte, in einem grofsen Werke gegen Galilei, namentlich betreffs der Priorität der Sonnenfleckenentdeckung, zu polemisieren; wenigstens liefse sich sonst schwer die Animosität Galileis gerade gegen dieses Werkchen erklären, in welchem sein Name an mehreren Stellen mit der höchsten Achtung genannt wird; es wiederholte nur, soweit es von der Frage der Weltsysteme handelte, die landläufigen Argumente gegen Kopernikus, allerdings verbrämt mit einigen originellen Albernheiten, die indessen eine so ausführliche Behandlung und Widerlegung seitens Galileis nicht genügend rechtfertigen. Galilei wollte vermutlich Scheiners Angriffen zuvorkommen; freilich gelang ihm dies nicht; denn das scheinersche Werk, die *Rosa ursina*, erschien infolge der langen Verhandlungen über das Imprimatur des galileischen Dialogs früher auf dem Büchermarkte. — Das zweite hier erwähnte Werk ist das Buch von Chiaramonti (Scipio Claramontius): *De tribus novis stellis, quae annis 1572. 1600, 1604 comparuere.* Caesenae 1628. Dieses Buch hat Galilei bei Abfassung der *Giornata prima* seines Dialogs noch nicht gekannt, wie daraus hervorgeht, dafs die Polemik dagegen, deren Hauptteil am Beginn der *Giornata terza* sich findet, weit eher in den Rahmen des ersten Tages gepafst hätte. Dort aber wird nur gegen den Antitycho desselben Verfassers zu Felde gezogen. Vgl. Anm. zu p. 55. Auf die Angriffe, die im galileischen Dialoge gegen Chiaramonti gerichtet werden, erwiderte dieser in seinem Buche *Difesa di Scipione Chiaramonti da Cesena al suo Antiticone, e libro delle tre nuove stelle, dalle opposizioni dell' Autore de' due massimi sistemi Tolemaico e Copernicano. Firenze appresso il Landini 1633.*

89) **p. 232.** Die in den *Disquisitiones* enthaltenen Einwände gegen das kopernikanische System finden sich in den Abschnitten XII, XIII, XIV (p. 23—35) dieses Schriftchens; die gegen die Achsendrehung der Erde gerichteten, welche von G. zunächst besprochen werden, sind in XIV (p. 28ff.) enthalten.

90) **p. 233.** Unter einer deutschen Meile wurde damals, wie jetzt, der 5400te Teil des Äquators verstanden; doch war die deutsche Meile nur eine Rechnungseinheit, nicht aber ein praktisch wirklich benutztes Längenmafs, da die Dimensionen der Erde nur sehr roh bekannt waren.

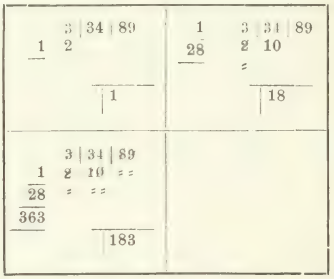
91) **p. 236.** Unter dem Doppelten eines Verhältnisses verstanden die Alten, und nach ihrem Vorbilde Galilei, das, was wir das Quadrat eines Verhältnisses nennen.

92) **p. 237.** Die nun folgende Berechnung ruht, wie selbstverständlich, auf der unrichtigen Grundlage, dafs die Beschleunigungskonstante der Schwere unabhängig von der Entfernung vom Mittelpunkt ist, in Wirklichkeit nimmt sie ab im quadratischen Verhältnis der Entfernung vom Mittelpunkte. Dafs daran Galilei nicht dachte, ist weniger auffällig, als dafs er nicht erwähnenswert fand, dafs in der Nähe des Mondes möglicherweise ein Fallen nach diesem hin stattfinden könne; denn die Vorstellung eines Falles auf anderen Weltkörpern als der Erde war ihm keineswegs fremd.

93) **p. 237.** Hier wird abermals die schon p. 214 erwähnte Streitfrage berührt.

94) p. 238. Die von G. erwähnten Versuche können nur ganz roh gewesen sein, schon weil es an einem genauen Mafs für kleine Zeiträume fehlte. In der That ist denn auch das Ergebnis derselben stark unrichtig. In Wirklichkeit durchfällt, ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes, ein schwerer Körper innerhalb 5 Sekunden eine Strecke von 122,5 Metern, welches etwa 200 Ellen sind, d. h. etwa das Doppelte von dem, was Galilei angiebt. Die Versuche Galileis konnten freilich den Faktor des Luftwiderstandes noch nicht eliminieren, indessen hätte er einen so geringen Wert unter keinen Umständen finden dürfen.

95) p. 238. Was den Algorithmus der Quadratwurzelausziehung betrifft, so war er zu Galileis Zeit nur in Äufserlichkeiten von unserem Verfahren verschieden. Der Unterschied bestand darin, dafs gerade wie bei der Division (vgl. zu p. 312) die jedesmal abzuziehenden Produkte nicht hingeschrieben, sondern Multiplikation und Subtraktion gleichzeitig erledigt werden. Sodann werden die Stellen des Radikanden nicht „heruntergenommen", sondern man denkt sich die Ziffern des Restes mit den nächsten beiden Stellen der Wurzel kombiniert und schreibt bei der Subtraktion stets unter die Ziffer, von welcher subtrahiert wird; daher gehören die im Schema nebeneinander stehenden Ziffern nicht immer zu einer und derselben dekadischen Zahl. Das Verfahren wird an einem Beispiele leicht verständlich sein. In dem nachstehenden Schema sind drei



Stadien der Quadratwurzelberechnung dargestellt, wie man sie zur Zeit Galileis zu schreiben pflegte. Ein Druckfehler der früheren Ausgaben (24240 statt 24244) ist im Texte der Übersetzung verbessert.

96) p. 239. *regula aurea* ist dasselbe, was wir Regeldetri nennen, d. h. die Berechnung des vierten Gliedes einer Proportion, von welcher drei bekannt sind.

97) p. 240. Die hier erwähnte Beziehung zwischen der erreichten Geschwindigkeit eines fallenden Körpers und der durchfallenen Strecke ist, wie auch Sagredo nachher hervorhebt, schon einmal benutzt worden, nämlich p. 29. Der Beweis dafür findet sich in den *Discorsi* (Op. XIII, 169 f.).

98) p. 241. Die nähere Begründung, die freilich verfehlt ist ebenso wie die Behauptung selbst, folgt p. 245.

99) p. 242. Die Betrachtungen über die pendelnde Bewegung eines schweren Körpers, der einen durch den Erdmittelpunkt führenden Schacht durchfällt, sind allerdings insoweit richtig, als wirklich ein ebenso grofser

Ausschlag diesseits wie jenseits des Mittelpunktes stattfinden würde. Während aber Galilei diese Fallbewegung unter der Voraussetzung betrachtet, dafs die Gravitation konstant bleibe, und daher auf sie den Satz anwendet, welcher die vorhin erwähnte Beziehung zwischen durchfallener Strecke und erreichter Geschwindigkeit ausspricht, geht in Wirklichkeit die Bewegung wegen Verminderung der Gravitation im Inneren der Erde nach einem anderen Gesetze vor sich, nach demselben nämlich, welches kleine Pendelschwingungen beherrscht; auf diese findet aber die genannte Beziehung keine Anwendung.

100) p. 242. Die folgende Darstellung leidet an einer gewissen Unklarheit. Sollen die Zahlen die am Schlusse eines jeden Zeitintervalls erreichten Geschwindigkeitsstufen darstellen? oder die durchschnittliche Geschwindigkeit innerhalb jedes Zeitintervalls? Nur das erstere ist möglich, denn im letzteren Falle müfsten bei gleichmäfsig beschleunigter Bewegung die Zahlen, welche die wachsenden Geschwindigkeiten darstellen, proportional der Reihe der ungeraden Zahlen 1, 3, 5 ... sein. Wenn nun aber ersteres der Fall ist, wie kommt es, dafs die Zehn zweimal in der Reihe auftritt? Dies hätte nur dann seine Berechtigung, wenn der höchste Geschwindigkeitsgrad nicht an den Schlufs des zehnten Zeitintervalls, sondern in die Mitte des elften fiele; dann wäre aber auch der höchste Geschwindigkeitsgrad nicht, wie im Texte angenommen wird, 10, sondern $10\frac{1}{2}$. Wenn ferner die verschiedenen Geschwindigkeiten einfach addiert werden, um die zurückgelegte Strecke zu ermitteln, so würde dies zwar in Anwendung auf die Durchschnittsgeschwindigkeiten der successiven Zeitintervalle statthaft sein, nicht aber in Anwendung auf die Endgeschwindigkeiten. Wenn endlich Sagredo nachher an die Spitze der Zahlenreihe die Null setzt, so werden nunmehr die Anfangsgeschwindigkeiten in den aufeinanderfolgenden Zeiten dargestellt, dann aber giebt die letzte Zahl wiederum nicht den höchsten Geschwindigkeitsgrad an. Freilich werden alle diese Inkorrektheiten bei einem Grenzübergang zum Unendlichen eliminiert, und das ist es, was Galilei vorschwebt. — Die korrekte Darstellung für diskrete Zeitintervalle würde etwa so zu geben sein:

	Geschwindigkeiten:		
	Anfang	Mitte	Ende
des 1. Zeitintervalls	0	1	2
2. „	2	3	4
3. „	4	5	6
4. „	6	7	8
5. „	8	9	10
6. „	10	9	8
7. „	8	7	6
8. „	6	5	4
9. „	4	3	2
10. „	2	1	0

Aus dieser Tabelle geht hervor, dafs die Summe der mittleren Geschwindigkeiten dasselbe Ergebnis liefert, wie die höchste erreichte Geschwindigkeit, multipliziert mit der halben Anzahl der Zeitintervalle.

101) p. 243. Die graphische Darstellung der Geschwindigkeiten in

ihrer Abhängigkeit von der Zeit mittels rechtwinkliger Koordinaten ist hier vollkommen korrekt durchgeführt; noch bedeutsamer aber ist der Gedanke, die durchfallene Strecke als Flächeninhalt des Dreiecks zur Darstellung zu bringen. Es ist das erste Beispiel einer Integration, welches über das rein geometrische Gebiet hinaus auf das der Mechanik hinübergreift. Rein geometrische Integrationen sind seit dem Altertume bekannt; die berühmten Untersuchungen des Archimedes, die Quadratur des Kreises und verwandte Fragen betreffend, sind Beispiele dafür.

102) **p. 245.** Vgl. zu p. 14 — Die Erwiderung Sagredos auf diese von Simplicio citierte Bemerkung des Aristoteles ist nicht ganz zutreffend. Man erwartet eher: „Aber die vorliegenden Untersuchungen über die naturwissenschaftliche Frage der Bewegung zeigen doch, dafs auch auf diesem Gebiete mathematische Strenge möglich ist.“

103) **p. 245.** Damit wird die p. 241 in Aussicht gestellte Fortsetzung der Pendelfrage eingeleitet. Das von Galilei hier angeregte Problem, die Bewegung zweier an einem Faden befestigten schweren Körper, würde eine eingehende mathematische Behandlung verdienen, die meines Wissens noch nicht stattgefunden hat. Vermehrt man die Anzahl der schweren Körper und vollführt den Übergang zum Unendlichen, so gelangt man dann zu den Schwingungen eines schweren biegsamen Fadens. — Die Ansicht Galileis, dafs auch abgesehen von dem Luft- (und Reibungs-)widerstand ein Stillstand eintreten müsse, ist jedenfalls irrig. — Es ist noch zu bemerken, dafs der hier gemachte Versuch Galileis, das Gewicht des biegsamen Fadens mit in Rechnung zu ziehen, als ein Versuch zur Behandlung des „physischen“ Pendels, im Gegensatz zum blofs „mathematischen“ aufgefafst worden ist. (Vgl. Rosenberger, Geschichte der Physik II, 29.) Dies trifft insofern nicht zu, als auch bei dem physischen Pendel eine Starrheit aller seiner Teile Voraussetzung ist. Das hier erwähnte Problem ist nun zwar durch die Ausführung von Pendelversuchen angeregt worden, gehört aber, streng genommen, überhaupt nicht zur Theorie des Pendels.

104) **p. 246.** Die im folgenden vorkommenden Citate aus den *Disquisitiones mathematicae* Scheiners sind nicht immer wortgetreu; namentlich war Galilei genötigt die Buchstaben, welche sich auf zwei in dem Büchlein enthaltene Figuren beziehen, wegzulassen und auf andere Weise auszudrücken, was Scheiner meinte. Der Sinn der citierten Stellen ist dabei stets gewahrt. Aufser diesen absichtlichen Änderungen, die Galilei vornahm, haben sich einige andere Abweichungen eingeschlichen, die zum Teil als blofse Druckfehler anzusehen sind. Diese offenbar unbeabsichtigten Abweichungen vom Original der *Disquisitiones* habe ich im Texte wieder entfernt (so p. 255 *rotarenturne* statt *rotarent ne*; p. 256 *ferrentur* statt *feruntur*; p. 257 *circum|volvat* statt *circumvolvatur*; p. 258 *in illorum* . . . statt *illorum* u. s. w.), die Änderungen der anderen Art sind selbstverständlich beibehalten worden.

105) **p. 246f.** *Motus terrae . . . (Disq. math.* p. 28f.) „Die jährliche Bewegung der Erde zwingt die Kopernikaner auch die tägliche Umdrehung derselben zu behaupten: sonst würde stets dieselbe Erdhalbkugel der Sonne zugewendet sein, während die abgewendete stets im Schatten läge.“ — *Hanc* . . . „dafs diese Drehung der Erde aber unmöglich ist, beweisen

wir folgendermafsen.“ — Ob die Annahme der jährlichen Erdbewegung in Verbindung mit der Annahme, dafs keine Achsendrehung stattfinde, die von Scheiner oder die von Galilei angegebenen Folgen haben würde, läuft auf dieselbe Streitfrage hinaus, die schon p. 69 Anm. berührt worden ist. Auffallend ist nur, dafs G. dort den entgegengesetzten Sprachgebrauch befolgt wie hier.

106) p. 247. Bòvoli werden in Venedig unsere Weinbergsschnecken *(Helix pomatia L.)* genannt. — Seit dem Altertume wurde dem wachsenden Monde ein gedeihlicher Einfluſs auf Schnecken, Muscheln, Krebse u. dgl. zugeschrieben. Vielleicht spottet auch an dieser Stelle Galilei über die *Magia naturalis* von Jo. Bapt. Porta, wo die nämliche abergläubische Ansicht vorkommt. (*Magia naturalis*, Ausg. von 1561. fol. 19^{r}.)

107) p. 247. *His positis* . . . (*Disq. math.* p. 29). „Dies vorausgesetzt, muſs, wenn sich die Erde im Kreise dreht, alles, was sich in der Luft senkrecht über derselben befindet, in durchaus proportionaler Bewegung mit ihr sich bewegen.“ . . . *Quodsi:* „Wenn wir daher diese [über verschiedenen Punkten der Erdoberfläche befindlichen] Kugeln als gleich an Gewicht, Gröſse und Schwere annehmen, sie in die Mondsphäre versetzen und sie dem freien Falle überlassen, wenn wir ferner die Bewegung nach unten gleichsetzen der Bewegung im Kreise (was sich jedoch nicht so verhält, da die Kugel *A* u. s. w.), so werden wenigstens sechs Tage verflieſsen: in dieser Zeit wird die Kugel *A* sechsmal um die Erde und mit der Erde in freier Luft kreisen u. s. w.“

108) p. 247. Statt der Zahlen 12 und 36 stehen in der editio princeps und in allen anderen Ausgaben die Zahlen 72 und 200. Dieser Fehler ist von Galilei selbst bemerkt worden und da es ihm sehr unangenehm war, gerade bei dieser Gelegenheit sich einen lapsus zu schulden kommen zu lassen, so bat er seinen Schüler und Freund Castelli in einem Briefe vom 17. Mai 1632 (Op. VII, 1f.), in die Druckfehlerverzeichnisse der für das römische Jesuitenkolleg bestimmten Exemplare bedruckte Papierstreifen einzukleben, worauf der Fehler verbessert war.

109) p. 247. Ironische Anspielung auf die p. 215 gemachten Bemerkungen Simplicios. — *quandoque bonus dormitat Homerus.* Bisweilen schläft auch der gute Homer. (Horat. *Ars poët.* 359.)

110) p. 248. Hier findet sich im Princip schon die Theorie der östlichen Abweichung beim Fall, auf welche Newton 1679 von neuem die Aufmerksamkeit der Royal Society in London lenkte. Man machte darauf hin auch Versuche, die indessen ergebnislos blieben; später wurden dieselben von Guglielmini (1791), Benzenberg (1802 und 1804) und Reich (1832) mit besserem Erfolg wiederholt.

111) p. 250. Das bewegende Princip bestand nach der herrschenden Naturphilosophie in vielen Fällen, wie z. B. bei der Bewegung der Himmelssphären, in einer geistigen Einwirkung. Diese wurde entweder als ausgehend von dem bewegten Körper selbst betrachtet (*intelligentia informans*), wie im Falle der beseelten Wesen und nach einigen auch im Falle der Himmelssphären; oder man nahm eine geistige Einwirkung von aufsen durch einen Engel an (*intelligentia assistens*), wie es die gewöhnliche Annahme bei den Himmelssphären war. (Vgl. z. B. den *Discorso contro il moto della Terra* von Lodovico delle Colombe Op. II, 369f.)

112) p. 250. Die hier und anderwärts (vgl. p. 287) geführte Polemik gegen die Unterscheidung natürlicher und gewaltsamer Bewegungen ist eine wahrhaft befreiende That; gerade diese aristotelische Distinktion war eine der drückendsten Fesseln, die die Entwicklung einer gesunden Mechanik im höchsten Mafse hemmte. Freilich hat Galilei selbst sich keineswegs überall, selbst in späterer Zeit nicht immer, von dem Einflufs dieser überlieferten Vorstellungen ganz losmachen können, wie aus vielen Stellen des Dialogs hervorgeht.

113) p. 250. Dafs sie auch geradezu identisch sein können (*che e' potessero anco essere il medisimo in numero*). Der Sinn dieses Ausdrucks ist nicht recht klar. Es scheint gemeint zu sein: die beiden Principien können auch bei einer einzigen Bewegung zur Geltung kommen.

114) p. 252. *si ab externa.* (*Disq. math.* p. 31.) „Wenn [diese Bewegung] von einem äufseren [Principe herrührt], ist es etwa Gott, der sie durch ein beständiges Wunder hervorruft? oder ein Engel, oder die Luft? Diese wird allerdings von vielen als Ursache angegeben, aber fälschlich."

115) p. 252. Hier übersetzt Galilei, statt wie sonst den lateinischen Text zu citieren. Dieser lautet: *Quid circumagit aërem, natura an violentia? Primum est contra veritatem et experientiam et Copernicum l. I. c. 8.*

116) p. 253. Die Stelle bei Kopernikus findet sich *De Rev. orb. cael. l. I. c. 8. Quid ergo dicemus de nubibus, caeterisque quomodolibet in aere pendentibus vel subsidentibus, ac rursum tendentibus in sublimia? nisi quod non solum terra cum aqueo elemento sibi coniuncto sic movetur, sed non modica quoque pars aëris, et quaecumque eodem modo terrae cognationem habet? Sive propinquus aer terrea aqueave materia permixtus eandem sequatur naturam quam terra, sive quod acquisititius sit motus aëris, quem a terra per contiguitatem perpetua revolutione ac absque resistentia participat. Vicissim non dispari admiratione supremam aeris regionem motum sequi caelestem aiunt, quod repentina illa sydera, cometae inquam et pogoniae vocata a Graecis, indicant, quarum generationi ipsum deputant locum, quae instar aliorum quoque syderum oriuntur et occidunt. Nos ob magnam a terra distantiam eam aëris partem ab illo terrestri motu destitutam dicere possumus. Proinde tranquillus apparebit aër, qui terrae proximus, et in ipso suspensa, nisi vento, vel alio quovis impetu ultro citroque, ut contingit, agitentur.*

117) p. 253. *oboriuntur difficillimae ....* (*Disq. math.* p. 32.) „[In diesem Falle] erheben sich äufserst schwierige, ja völlig unlösbare Fragen zweiter Art: Jenes innere Princip ist entweder ein Accidens oder eine Substanz. Im ersteren Falle, was für eines? Denn eine im Kreise herum führende Qualität scheint bis jetzt nicht bekannt zu sein."

118) p. 253. *Quae etiamsi ...* (*Disq. math.* p. 32.) „Wenn es aber auch eine solche gäbe, wie könnte sie sich in so entgegengesetzten Dingen finden? Im Feuer, wie im Wasser, in der Luft, wie in der Erde, in lebenden Wesen, wie in leblosen?

119) p. 254. *Si secundum ...* (Ib. p. 32.) „Im zweiten Falle [wenn man nämlich jenes Princip für eine Substanz erklären wollte] ist es entweder eine Materie oder eine Form oder eine Verbindung. Dem stehen aber wiederum die vielen verschiedenen Wesenseigentümlichkeiten der Dinge entgegen, wie z. B. von Vögeln, Schnecken, Steinen, Pfeilen, Schneeflocken, Rauchwolken, Schlossen, Fischen u. s. w., die sich trotz ihrer specifischen

und generischen Unterschiede sämtlich von Natur aus kreisförmig bewegen würden, während sie doch so verschiedene Naturen besitzen.“ — Der Zusatz *nempe si dicas tale principium esse substantiam* rührt von Galilei her.

120) p. 255. *Si terra staret . . .* (*Disq. math.* p. 32.) „Wenn die Erde durch den Willen Gottes stehen bliebe, würden dann die übrigen Dinge ihre Rotation fortsetzen oder nicht? In letzterem Falle ist es falsch, dafs sie sich von Natur drehen, in ersterem tauchen die früheren Fragen wieder auf. Es wäre wahrlich wunderbar, dafs die Möve nicht zu dem Fische, die Lerche nicht zu ihrem Neste, der Rabe nicht zu der Schnecke und dem Felsen gelangen könnte, wenn er auch wollte.“ — Im Original finden sich komischerweise nach den einzelnen hier aufgezählten Tier- und Sachnamen Buchstaben, die auf die vorhin erwähnte Figur Bezug nehmen: Die Möve *M* zu dem Fische *N* u. s. w.

121) p. 256. *Insuper qui fit . . .* (*Disq. math.* p. 32.) „Überdies wie kommt es, dafs diese so verschiedenartigen Dinge sich nur von West nach Ost parallel dem Äquator bewegen? Dafs sie sich immerfort bewegen, niemals ruhen?“

122) p. 256. *Quare, quo sunt . . .* „Warum um so schneller, in je gröfserer Höhe sie sich befinden, um so langsamer, in je geringerer?“

123) p. 256. *Quare, quae . . .* (*Disq. math.* p. 33.) „Warum sollten die dem Äquator näheren in einem gröfseren Kreise herumgeführt werden, die entfernteren in einem kleineren?“

124) p. 256. *Quare pila eadem* (*Disq. math.* p. 33.) „Warum sollte die nämliche Kugel unter dem Äquator sich als Ganzes um den Mittelpunkt der Erde auf ungeheuerer Bahn dahinwälzen, am Pole hingegen sich um ihren eigenen Mittelpunkt ohne Kreisbahn in äufserster Langsamkeit drehen?“

125) p. 256. *Quare eadem res . .* (*Disq. math.* p. 33.) „Warum soll ein und dieselbe Sache, z. B. eine bleierne Kugel, wenn sie einmal um die Erde auf einem gröfsten Kreise herumgegangen ist, diese nicht überall auf einem gröfsten Kreise umwandern, sondern vom Äquator weggebracht, sich in kleineren Kreisen bewegen?“

126) p. 256. Gemeint ist die Verschiebung der Fixsterne infolge der Präcession. Diese ist übrigens nicht etwa von Ptolemäus, sondern von Hipparch entdeckt.

127) p. 257. *Si latio circularis.* (*Disq. math.* p. 33.) „Wenn die Kreisbewegung den schweren und leichten Körpern von Natur zukommt, wie steht es dann mit der geradlinigen Bewegung? Denn wenn diese natürlich ist, wieso kann dann gleichzeitig die Kreisbewegung eine natürliche sein, während sie doch specifisch von der geradlinigen verschieden ist? Wenn sie aber gewaltsam ist, wie kommt es, dafs eine in die Höhe fliegende Rakete ihr funkenstiebendes Ende aufwärts von der Erde weghebt und es nicht im Kreise dreht?“

128) p. 257. *Quare centrum . . .* (*Disq. math.* p. 33.) „Warum beschreibt der Mittelpunkt der fallenden Kugel unter dem Äquator eine Spirale in dessen Ebene, unter anderen Breitenkreisen eine Spirale auf einer Kegelfläche, während sie am Pole der Achse entlang fällt, eine cylindrische Spirale beschreibend?“

129) p. 258. *Si tota terra . . .* (*Disq. math.* p. 33.) „Wenn die ganze

Erde samt dem Wasser vernichtet würde, so würde aus den Wolken der Hagel oder Regen nicht mehr niederfallen, sondern blofs dem natürlichen Trieb folgend, sich kreisförmig drehen. Auch kein Feuer, nichts Feuriges würde mehr in die Höhe steigen, da sich nach der nicht unwahrscheinlichen Ansicht von jenen kein Feuer oben befindet."

130) p. 258. *Quibus tamen . . .* (*Disq. math.* p. 33.) „Wogegen jedoch Erfahrung und Vernunft sprechen."

131) p. 259. *Lapis in centro . . .* (*Disq. math.* p. 34.) „Ein in den Mittelpunkt versetzter Stein wird entweder nach irgend einem Punkte der Erde in die Höhe steigen oder nicht. Im letzteren Falle ist es also falsch, dafs die Teile blofs wegen ihrer Trennung vom Ganzen sich zu diesem hinbewegen. Der ersten Annahme widersetzt sich alle Vernunft und Erfahrung, die schweren Körper würden dann im Mittelpunkt ihrer Schwere keine Ruhe finden. Desgleichen: wenn ein (an der Wand der Höhlung) aufgehängter Stein, welcher später losgelöst wird, nach dem Mittelpunkte hinfällt, so trennt er sich vom Ganzen in Widerspruch mit Kopernikus; wenn er hängen bleibt, so schlägt das aller Erfahrung ins Gesicht, da wir ganze Gewölbe zusammenbrechen sehen." — Der hier von Scheiner erhobene Einwand gegen die kopernikanische Auffassung der Schwere ist nicht unbegründet. Die Entgegnung, welche dem Salviati in den Mund gelegt wird, und in welcher sich eine Ahnung der allgemeinen Gravitation kundgiebt, ist zwar sachlich richtig, kann aber nicht als eine genügende Verteidigung der kopernikanischen Ansicht gelten, die eben eine solche nicht zuläfst.

132) p. 260. Hier ist der Ausdruck Moment *(momento)* im strengen Sinne zu nehmen, er bedeutet also das Produkt aus der Masse in die Entfernung von dem fraglichen Punkte. An anderen Stellen ist der Terminus in vagerer Bedeutung aufzufassen.

133) p. 260. Der Name des Kopernikaners wird auch in den *Disq. math.* nicht genannt; wer daher der *„praeceptus quidam Copernici defensor"* (*Disq. math.* p. 34) gewesen ist, wird um so schwerer zu ermitteln sein, als die erwähnte Ansicht vielleicht nur mündlich ausgesprochen wurde. — Indessen ist die Rüge, die Scheiner diesem Kopernikaner erteilt, völlig berechtigt, wiewohl sie natürlich nichts gegen Kopernikus und das kopernikanische System beweist: höchst merkwürdig ist es, dafs Galilei hier entweder den Sinn der Worte bei Scheiner nicht richtig verstanden hat oder sich in der Sache selbst ein Versehen zu schulden kommen läfst. — Galilei scheint die Sache so zu verstehen: der ungenannte Autor hat einerseits die Erdbewegung mit der eines rollenden Rades verglichen, andererseits die von Kopernikus angegebenen Dimensionen der Erde und der Ekliptik angenommen; will man nun jenen Vergleich unter allen Umständen beibehalten, so können diese Daten unmöglich richtig sein, denn nach ihnen würde die Ekliptik zu grofs oder die Erde zu klein sein und nicht umgekehrt, wie Scheiner (nach Galileis irriger Auffassung) sagt. — Der Sinn bei Scheiner ist aber offenbar ein anderer; er betrachtet als die in erster Linie beizubehaltende Annahme die über die Dimensionen der Erde und der Ekliptik und er findet mit Recht die erstere Annahme von der radähnlichen Bewegung der Erde damit unvereinbar, weil diese dann die Ekliptik zu klein, die Erde aber zu grofs mache. — Später hat

sich Galilei selbst von seinem hier begangenen Irrtum überzeugt und in das Exemplar des Dialogs, das im Seminar von Padua noch aufbewahrt wird, eigenhändig die Bemerkung an den Rand geschrieben, welche im Texte als Fufsnote übersetzt worden ist, und mit welcher er seinen Fehler eingesteht.

134) **p. 261.** Die von Galilei angedeutete Möglichkeit liegt dann vor, wenn der eine Kreis auf dem anderen nicht blofs rollt, sondern daneben auch gleitet. Mit den Eigenschaften der Cykloiden hatte sich Galilei zeitweilig eifrig beschäftigt (vgl. *Op. Suppl.* 364 ff.), die hier berührte specielle Frage hat er zuerst in einem verloren gegangenen Briefe an Fra Fulgenzio Micanzio aus dem Jahre 1635 behandelt, wie aus der Antwort des letzteren hervorgeht. Ausführlich behandelt wird die Sache, wenn auch nur der Fall des Rollens und Gleitens eines Kreises auf einer Geraden, in den *Discorsi* (Op. XIII, 25 f.); dort stellt Galilei allerdings fälschlich in Abrede, dafs die von ihm betrachtete Bewegung gleichzeitig ein Gleiten involviere.

135) **p. 261** des Kopernikaners. Im Original steht *del Copernico*, welches nur ein Druckfehler für *del Copernicano* sein kann, veranlafst wahrscheinlich durch das folgende *Copernico*.

136) **p. 261.** Es ist Chiaramonti gemeint; über ihn vgl. zu p. 55 und 232.

137) **p. 262.** *Et primo* . . . . . (Clar. *De trib. nov. stell.* p. 472.) „Erstlich wird, wenn man die Meinung des Kopernikus gelten läfst, das Kriterium der Naturphilosophie, wo nicht gänzlich aufgehoben, so doch stark erschüttert."

138) **p. 265.** Die an und für sich sehr schöne Betrachtung über die Schwankungen des Fernrohrs auf der Mastspitze steht nur in sehr loser Verbindung mit dem behandelten Gegenstande. Galilei hat sie aber eingeflochten, um für seine von ihm ungemein hoch geschätzte Methode zur Bestimmung der geographischen Länge mittels der Jupitersmonde eine Lanze zu brechen. Er hatte diese Methode an Spanien verkaufen wollen, aber nach langen Verhandlungen zerschlug sich das Projekt, ebenso wie ähnliche Unterhandlungen mit den Niederlanden resultatlos verliefen. Eine der Einwendungen, die man gegen seine Methode machte, war eben der Hinweis auf das Schwanken des Fernrohrs. Übrigens hatte Galilei, um den Einflufs der Schwankungen des Schiffes gänzlich zu eliminieren, einen besonderen Apparat, *celatone* oder *testiera*, erfunden. Es war dies eine Art Pickelhaube, die fest auf dem Kopfe safs und mit einem Fernrohr für ein Auge versehen war. (Vgl. Op. VI, 267.)

139) **p. 266.** Burano, bekannter, in der Nähe Venedigs auf einer Laguneninsel gelegener, von Schiffsbauern, Seilern, Fischern bewohnter Ort. Die Angabe, dafs dieser Turm von Sagredos Palast sechs Miglien entfernt ist, beweist, dafs eine Miglie ungefähr $1^1/_2$ Kilometer beträgt.

140) **p. 268.** *cum Terra* . . . . . (Clar. *De trib. nov. stell.* p. 472 f.) „Mit der Erde bewegt sich die umgebende Atmosphäre; ihre Bewegung jedoch, wiewohl schneller und ungestümer als der schnellste Wind, würde von uns nicht wahrgenommen, sondern für die vollkommenste Windstille gehalten werden, wenn nicht etwa noch eine andere Bewegung hinzutritt. Was heifst aber Sinnestäuschung, wenn das keine Sinnestäuschung ist?"

141) p. 269. *Praeterea . . .* (Ib. p. 473). „Überdies drehen auch wir uns infolge des Kreisens der Erde u. s. w."

142) p. 270. *Ex hac . . . . .* (Ib. p. 473). „Auf Grund dieser Ansicht müssen wir unseren Sinnen als ganz und gar trügerischen und für das Sinnliche stumpfen Erkenntnismitteln mifstrauen, selbst wenn sich dieses Sinnliche in nächster Nähe befindet. Wie können wir also Wahrheit erwarten, die ihren Ursprung einer so trügerischen Fähigkeit verdankt?"

143) p. 274. Chiaramonti dachte sich wohl unter einer solchen Gelenkverbindung etwas Ähnliches, wie die Ineinanderschachtelung der Himmelssphären bei Aristoteles oder wie die Nachahmung derselben an dem damals üblichen Apparate, welchen man *sphaera materialis* nannte.

144) p. 275. *Fingamus modo . . . .* (Ib. p. 476). Die Übersetzung ist im Texte selbst gegeben.

145) p. 277. Diese Elemente der sphärischen Astronomie *(i primi elementi della sfera)* bildeten zu Galileis Zeit eines der wichtigsten, auf allen Universitäten gelesenen Kollegien für angehende Mathematiker. Der Vortrag schlofs sich gewöhnlich an das unzähligemal kommentierte Buch des Sacrobosco *Sphaera mundi* an. Auch Galilei hatte in Padua *„Sphaera"* zu lesen (vgl. Favaro, *Galileo Galilei e lo Studio di Padova.* Firenze 1883. I, 142) und verfafste ein zu seinen Lebzeiten freilich noch nicht gedrucktes, aber nach seinem Tode von Urbano Daviso veröffentlichtes Schriftchen *Trattato della Sfera*, welches offenbar für den Schülerkreis Galileis bestimmt war und in welchem der Verfasser seinen Stoff vom Standpunkte des ptolemäischen Systems vorträgt (vgl. auch zu p. 448).

146) p. 278. Galilei hatte im Juli 1610 die auffallende Gestalt des Saturn entdeckt und war der Meinung, diese rühre daher, dafs der Hauptplanet von zwei Nachbarsternen begleitet sei. Bekanntlich veröffentlichte er diese Entdeckung in Form eines Anagramms, dessen Entzifferung Kepler vergeblich versuchte: die Lösung war: *Altissimum planetam tergeminum observavi.* Die Ringgestalt des Saturn hat Galilei trotz der Versicherungen Libris und Alberis noch nicht erkannt, sie wurde erst von Huyghens aufgefunden (*De Saturni luna observatio nova 1656; Systema Saturnium. Hagae 1669*). Die hier erwähnte Rotation des Saturn beruht demnach auf unrichtigen Beobachtungen, Galilei war noch nicht im Besitz der Mittel, diese zu konstatieren; die Rotationsdauer beträgt bei diesem Planeten 10 bis 11 Stunden, gewifs ist sie viel geringer, als Galilei vermutet haben mochte. — Übrigens legt G. wohl mit Absicht diese Bemerkung dem Sagredo in den Mund, um nicht die volle Verantwortung für deren Richtigkeit zu übernehmen. — Über die Bewegung der Sonnenflecken und der Sonne selbst vgl. p. 375 ff. — Mediceische Gestirne = Jupitersmonde. Vgl. zu p. 124.

147) p. 278. Über Galileis Beschäftigung mit dem Magnetismus vgl. zu p. 432.

148) p. 279. Die folgende Betrachtung Sagredos ist etwas sophistisch, ein besonderes die Ruhe bedingendes Princip ist vom Standpunkt der Peripatetiker nicht erforderlich. Der ganzen Auseinandersetzung mifst G. offenbar einen sehr hohen wissenschaftlichen Wert nicht bei, wie unter anderem auch wiederum daraus hervorgeht, dafs er sie dem Sagredo in den Mund legt.

149) **p. 279.** Diese Bemerkung ist für den erkenntnistheoretischen Dogmatismus, dem Galilei huldigt, charakteristisch; ein Kantianer würde dem, was Sagredo hier äufsert, und was der natürliche Menschenverstand ohne weiteres billigt, nicht beistimmen dürfen. In ähnlicher Weise wie Chiaramonti geht — *mutatis mutandis* — z. B. auch Helmholtz in seiner Schrift: „Die Erhaltung der Kraft" davon aus, dafs man deswegen zwischen materiellen Punkten wirkende Centralkräfte supponieren müsse, weil sonst eine Naturerkenntnis unmöglich sei, eine Ansicht, die er freilich später modifizierte.

150) **p. 284.** Vgl. *Cop. de. rev.* lib. I. cap. 10. *Quis enim in hoc pulcherrimo templo lampadem hanc in alio vel meliori loco poneret, quam unde totum simul possit illuminare?*

151) **p. 285.** *Difficilius est* . . . . „Es ist schwieriger, sich ein im Verhältnis zu seinem Subjekte übermäfsiges Accidens zu denken, als ein Subjekt ohne Accidens wachsen zu lassen. Kopernikus also hat die gröfsere Wahrscheinlichkeit für sich, wenn er die unbewegte Sphäre der Fixsterne vergröfsert, als Ptolemäus, der die Bewegung der Fixsterne zu ungeheuerer Geschwindigkeit steigert." Das Citat scheint der Schrift Keplers *De stella nova in pede Serpentarii (Pragae 1606)* entnommen zu sein, wo dem Sinne nach solche Äufserungen sich finden, wenn auch mit wesentlich anderen Worten, so z. B. Vol. II, p. 674 der Ausgabe von Frisch. *Interim perpende philosophe, multo magis hic [apud Ptolemaeum] desiderari proportionem accidentis ad suum subjectum, quam jure quis apud Copernicum desiderare potest proportionem partis mundi ad partem. Nec enim accidentia sunt sine subjecto idoneo. Credibilius, magnum esse subjectum sine motu, quam magnum motum in parvo subjecto.* Zwischen Kepler und Chiaramonti war eine heifse litterarische Fehde entbrannt, seitdem letzterer gegen den von Kepler so hochverehrten Tycho seinen Antitycho geschrieben. Kepler nahm sich des verstorbenen Lehrers und Freundes in seinem *Tychonis Brahei Dani Hyperaspistes adversus Scipionis Claramontii Caesenatis Itali Doctoris et Equitis Anti-Tychonem. Francofurti 1625* tapfer an. Darauf erwiderte Chiaramonti in seiner Schrift *Apologia Sc. Claramontii pro Antitychone suo adversus Hyperaspistem Io. Kepleri. Venet. 1626*; aber auch in seinem Buche *De tribus stellis novis* setzte er, wie wir sehen, seine erbitterte Polemik mit den schlechtesten Waffen fort.

152) **p. 290.** Aristarch aus Samos, einer der bedeutendsten Astronomen aller Zeiten, lebte um 270 v. Chr. Er lehrte (S. Plut. *De facie in orbe lunae* c. VI, 3) in der That bereits die doppelte Erdbewegung, ähnlich wie Kopernikus, und entfesselte dadurch einen ähnlichen Sturm der orthodoxen Fortschrittsfeinde gegen sich wie Galilei; von allen sogenannten Vorläufern des Kopernikus ist er der einzige, dessen Ansprüche ernstlich in Betracht kommen, während die Lehre der Pythagoreer nach Inhalt und Begründung der Priorität des Kopernikus keinen Eintrag thun.

Dritter Tag.

1) p. 291. Die ersten Wechselreden zwischen Sagredo und Salviati finden in Abwesenheit Simplicios statt. Die scenische Einkleidung ist hier besonders hübsch und verrät das dramatische Talent Galileis, so namentlich die Wendung, mit welcher der ankeuchende Simplicio nachher begrüfst wird. Galilei versuchte sich thatsächlich auf dem Gebiete der Komödie; wir besitzen von ihm noch einen ausführlichen Lustspielentwurf (Op. XV, 305—320).

2) p. 291. Darin steckt eine arge Malice gegen Scheiner und Chiaramonti, denn auch deren Namen werden wenigstens im Texte des Dialogs nirgends genannt (wohl aber in den Postillen). Die folgende Charakteristik mufste diese aufs höchste reizen, wiewohl sie sich vielleicht nicht in erster Linie auf sie bezieht.

3) p. 293. *In puncto regressus mediat quies:* An der Umkehrstelle mufs eine Ruhepause eintreten; vgl. Arist. Phys. Lib. VIII, 7. 261, b, 2, wo es heifst: *Φανερὸν οὖν ὅτι ἠρεμήσει ἐν τῷ ἐναντίῳ τὸ μεταβάλλον.* — Die hier angeregte Frage wird wider Erwarten nicht weiter verfolgt; sie gab Galilei schon in der Zeit seiner pisaner Professur zu denken (vgl. Op. XI, 35 f.) und beschäftigte ihn noch in späten Jahren (vgl. den Brief an Fulgenzio Micanzio vom 30. Jan. 1637, Op. VII, 148).

4) p. 294. Galilei stand früher mit Chiaramonti auf freundschaftlichem Fufse, wie z. B. aus der Stelle im *Saggiatore* hervorgeht (Op. IV, 171), wo auf Ch. als auf einen tüchtigen Gegner Tychos aufmerksam gemacht wird. Vgl. Einl. p. LVIII.

5) p. 294. Damit ist in erster Linie Kepler gemeint, welcher in seiner Schrift *De Stella Nova Serpentarii* (Ed. Frisch. Vol. II, p. 670 f.) gegen die Arroganz und Ignoranz des Antonio Lorenzini da Montepulciano, des Verfassers eines *Discorso intorno alla nuova Stella (Padova 1605)* und einer Schrift *De Numero, Ordine et Motu Coelorum, adversus recentiores (Parisiis 1606)*, zu Felde zieht und die italienischen Mathematiker auffordert, solchen litterarischen Unfug nicht ungestraft zu lassen: *Quid ad haec vos Italici mathematici: Clavi, Ubalde, Magine, Galilaee, Gethalde, Rubee, ceteri plurimi? quid Sabaude Crestine? quid Galli ceteri, in quorum patria excusus est alius Itali huius libellus, idem agens Latino idiomate? Cur ad hoc tantum dedecus tanta cum patientia connivetis? An verum ego suspicor, nugas hasce indignas putatis quas publice refellatis?* Es war übrigens gegen die lorenzinische Schrift allerdings eine Erwiderung erschienen, nämlich ein im paduanischen Bauerndialekt geschriebener Dialog; es ist sehr wahrscheinlich, dafs dieser von Galilei selbst herrührt oder doch auf dessen Inspiration zurückzuführen ist. Vgl. *Galileo Galilei ed il „Dialogo de Cecco di Ronchitti da Bruzene in perpuosito de la Stella nuova.“ Studi e ricerche di Antonio Favaro.* Venezia 1881, in den *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* tom. VII, serie V p. 194—276. Der Hinweis Galileis auf die lächerliche Rolle, welche die Italiener dem Auslande gegenüber spielen würden, wenn man dergleichen Schriften wie die Lorenzinis unwiderlegt liefse, ist wohl die einzige im Dialog enthaltene direkte Beziehung auf den in der Vorrede ausgesprochenen Zweck des Buchs, den

Ausländern zu zeigen, dafs man in Italien auf der Höhe der Wissenschaft stehe.

6) p. 295. Damit wird der Übergang gemacht zu der sehr ausführlichen Kritik von Chiaramontis öfters erwähntem Werk, dessen voller Titel lautet: *De tribus novis stellis quae Annis 1572, 1600, 1604 comparuere libri tres Scipionis Claramontii Caesenatis. In quibus demonstratur rationibus, ex parallaxi praesertim ductis Stellas eas fuisse sublunares, et non coelestes adversus Tychonem, Gemmam, Maestlinum, Digessum, Hagecium, Santuciam, Keplerum, aliosque plures quorum rationes in contrarium adductae solvuntur. Caesenae: apud Iosephum Nerium, 1628.* — Es ist schon darauf hingewiesen worden, dafs diese ganze Kritik gar nicht hierher gehört, sondern weit besser in den Rahmen des ersten Tages gepafst hätte, dafs aber Galilei, als er an diesem arbeitete, noch keine Kenntnis von dem Buche Ch.s hatte.

7) p. 295. Diese Astronomen werden später aufgeführt (p. 298 f.); es sind ihrer in Wahrheit dreizehn, nur werden Peucer und Schuler für einen gerechnet, da bei deren Rechnungen die gleichen Daten zu Grunde liegen. Unrichtig ist übrigens die Angabe, dafs die sämtlichen in Betracht kommenden Astronomen den neuen Stern für „am Firmamente" stehend hielten, bei Busch und Ursinus war dies z. B. nicht der Fall.

8) p. 298. Über Keplers Verhältnis zu Chiaramonti vgl. zu p. 285 und Einl. p. LVII.

9) p. 298. Die Arbeiten der im folgenden erwähnten Astronomen hat Ch. nicht selbst eingesehen, er hat vielmehr die ausführliche Kritik in Tychos Hauptwerk benutzt, welches den Titel führt: *Astronomiae instauratae Progymnasmata, quorum haec prima pars de restitutione motuum Solis et Lunae stellarumque inerrantium tractat et praeterea de admiranda nova stella anno 1572 exorta luculenter agit. Uraniburgi et Pragae 1602.* Tycho hatte bereits im Jahre 1573 eine kleine Schrift über den neuen Stern veröffentlicht mit dem Titel: *De nova et nullius aevi memoria, a mundi exordio, prius conspecta stella, quae in fine anni 1572 omnium primo apparuit, contemplatio mathematica.* Dieselbe ist von neuem im ersten Bande der *Progymnasmata* p. 582—592 abgedruckt, enthält aber etwas abweichende Daten, weil Tycho anfänglich noch ungenau bestimmte Fixsternörter benutzt hatte. — Paul Hainzel, Konsul von Augsburg, mit Tycho eng befreundet, hatte nach dessen Angaben einen riesigen Quadranten bei Geggingen in der Nähe von Augsburg bauen lassen, der kaum von vierzig kräftigen Männern auf die zu seiner Aufstellung bestimmte Anhöhe geschafft werden konnte (Beschreibung und Abbildung *Progymn.* p. 356 ff.). Mittels dieses Apparates stellte er die Beobachtungen des neuen Sternes an. — Caspar Peucer, Vater und Sohn, aus Wittenberg, interessierten sich beide für den neuen Stern; ersterer korrespondierte über ihn mit Hainzel und dem Landgrafen Wilhelm IV von Hessen; der Sohn disputierte über diesen Gegenstand mit dem Wittenberger Professor Wolfgang Schuler, dem Kollegen und Freunde seines Vaters. — Thaddäus Hagek, Freund Tychos, kaiserlicher Leibarzt zu Prag; schrieb: *Dialexis de novae et prius incognitae Stellae inusitatae magnitudinis et splendidissimi luminis apparitione deque eiusdem vero loco constituendo. Francof. 1574.* — Landgraf Wilhelm IV von Hessen, der bekannte eifrige Förderer der Astronomie, hatte seine Beobachtungen Tycho mitgeteilt, welcher sie in den *Pro-*

gymnasmata p. 490 ff. bespricht. — Elias Camerarius, Professor in Frankfurt a. O. (nicht zu verwechseln mit Joachim Camerarius, dem Herausgeber des Almagest): seine Schrift hat Tycho nicht selbst gesehen, seine Beobachtungen waren ihm aber durch Hagek bekannt geworden. — Adam Ursinus aus Nürnberg behandelt den neuen Stern in seiner *Prognosticatio anni 1574.* — Hieronymus Muñoz, Professor der Mathematik und der hebräischen Sprache in Valencia. Seine Beobachtungen sind Tycho nur durch die Citate von Cornelius Gemma bekannt geworden. — Georg Busch, Maler aus Erfurt, aus Liebhaberei auch Astronom, schrieb in deutscher Sprache über den neuen Stern. — Erasmus Reinhold, Sohn des berühmten Verfassers der *Tabulae Prutenicae*. Arzt in Saalfeld, erwähnt den neuen Stern in seinem *Prognosticon astrologicum anno 1574 destinatum.* Tycho hebt hervor, dafs Reinhold ohne Namensnennung die Beobachtungen des Landgrafen sich angeeignet, auch die Polhöhe von Kassel benutzt habe, obgleich er damals in Saalfeld oder Erfurt gewesen sein müsse (*Progymn.* p. 700). — Franciscus Maurolycus, Abt in Messina (1495—1575), einer der ersten, der den neuen Stern sah (8. Nov. 1572), wird in den *Progymnasmata* nicht erwähnt. Ob er, wie Libri vermutet (*Hist. des sciences math. en Italie* III, 114), eine eigene Schrift über den Stern in der Cassiopeja hat drucken lassen, steht dahin. Clavius erzählt, dafs ihm aus Sizilien eine Abhandlung (*disputatio*) des Maurolycus über den neuen Stern geschickt worden sei, aus welcher er eine Hauptstelle mit den auch bei Galilei angegebenen Daten citiert (*Christophori Clavii Bambergensis ex societate Iesu in Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco Commentarius.* 3. Auflage. Romae 1585, p. 194). — Chiaramonti entnahm die Beobachtungen des Maurolycus gleichfalls dem Citate bei Clavius (Claram. *De tribus stellis novis* p. 42). — Cornelius Gemma aus Löwen, Sohn des bekannteren Astronomen Reiner Gemma oder Gemma Frisius. Er schrieb zuerst eine kleinere Abhandlung über den neuen Stern, die noch während seiner Dauer erschien, handelte über denselben aber auch in dem grofsen Werke *De divinis mundi Characterismis.* Antwerp. 1575. — Zu bemerken ist, dafs bei Tycho noch eine ganze Reihe anderer Astronomen über diesen Gegenstand zu Worte kommt. Er teilt sie in drei Klassen, in solche, die wie er selbst gar keine Parallaxe konstatieren konnten und das Phänomen daher in Fixsternweite versetzten, in solche, die eine geringe Parallaxe fanden, die aber nicht ausreichte, um den Stern sublunarisch zu machen, und in solche, die ganz unhaltbare Ansichten über ihn aufstellten, namentlich auch meinten, er sei sublunarisch.

Bei den im folgenden vorkommenden Zahlenangaben und Rechnungen habe ich offenbare Druck- oder Schreibfehler der editio princeps beseitigt, eigentliche Rechenfehler aber im Texte beibehalten und die nötigen Bemerkungen dazu in die Noten verwiesen. Alberi, der sich rühmt, die Rechnungen in seiner Ausgabe richtig gestellt zu haben — was nicht gerade sehr schwierig ist — hat in Wahrheit die meisten Fehler stehen lassen. Die Verbesserung der Rechnungen empfiehlt sich nicht, weil nicht blofs Ziffern, sondern bisweilen auch der Text abgeändert werden müfste. Die folgende Übersicht giebt die Resultate des 12. bis 25. Kapitels bei Chiaramonti wieder (Claram. *De tribus novis stellis* p. 60—110).

10) p. 298. In der editio princeps des Dialogs und in allen übrigen

Ausgaben ist hier Schulers Name nicht genannt, sondern nur der Hainzels; dafs er nur irrtümlich fehlt, geht aus p. 317 hervor. — Zwei andere Fehler der ed pr. (das Resultat der 7. Rechnung wird dort zu 31 Halbm. angegeben statt zu 32, die Parallaxe bei der zehnten Rechnung zu $4'\,30''$ statt zu $4^0\,30'$) sind von Albèri richtig gestellt, hingegen ist die richtige Angabe von $\frac{1}{2}$ Halbm. bei der 8. Rechnung fälschlich in $1\frac{1}{2}$ Halbm. verwandelt worden; Albèri hat offenbar nicht beachtet, dafs bei letzterer die Entfernung von der Erdoberfläche, nicht die vom Erdmittelpunkte angegeben wird.

11) p. 309. Die hier folgende Tabelle der Beobachtungen ist in etwas übersichtlicherer Form gegeben worden als in den sonstigen Ausgaben: ferner ist die von Tycho gefundene Sternhöhe von $27^0\,45'$, welche in der ed. princ. als gröfste bezeichnet wird, als kleinste richtig gestellt worden. Hinzugefügt ist die „kleinste Sternhöhe" des Landgrafen, welche in der ed. pr. fehlt; sie wird p. 311 benutzt, kann also nur irrtümlich weggelassen worden sein; der Irrtum ist schon bei Albèri verbessert. Im übrigen ist zu bemerken, dafs die Daten nicht überall mit den von Tycho in den *Progymnasmata* angegebenen genau übereinstimmen, sowie dafs einige überhaupt von den betreffenden Astronomen nicht unmittelbar mitgeteilt sind, sondern erst aus anderen Angaben derselben sich ergeben, und zwar nicht immer in genauer Übereinstimmung mit den vorliegenden. — So sind z. B. in der früheren Schrift Tychos (vgl. zu p. 298) die Sternhöhen nicht angegeben, wohl aber ist die Deklination aus Fixsterndistanzen berechnet; in Verbindung mit der Polhöhe von Herritzwad, dem Beobachtungsorte Tychos, ergeben sich daraus als gröfste und kleinste Sternhöhen $83^0\,59'$ und $27^0\,57'$, ein Ergebnis, das annähernd mit den Daten der Tabelle übereinstimmt. Ferner ist von den sechs Beobachtungen des Camerarius die erste, auf die untere Kulmination bezügliche von G. falsch angegeben, sie müfste nach *Progymn.* p. 692 ff. und Claram. *De trib. nov. stell.* p. 30 in $24^0\,8'$ umgeändert werden; die Änderung im Texte des Dialogs war aber nicht statthaft, weil nachher p. 313 mit dem falschen Werte gerechnet wird, der richtige würde zu einem ganz unbrauchbaren Ergebnisse, nämlich zu einer negativen Parallaxe führen. Dies hebt auch Claram. in seiner *Difesa al suo Antiticone ... Firenze 1633,* p. 171 hervor. Sodann sind die Polhöhen öfters sehr zweifelhaft, meist nach den Angaben in der *Cosmographia* des Petrus Apianus angenommen. — Wirkliches Vertrauen kann man nur den Beobachtungen Tychos, wie er sie in den *Progymnasmata* niedergelegt hat, schenken.

12) p. 312. Es ist damit die Sinustafel gemeint, welche Kopernikus am Schlufs des zwölften Kapitels im ersten Buche seiner *Revolutiones* giebt. Diese enthält die Sinus der Winkel des ersten Quadranten von zehn zu zehn Minuten fortschreitend auf fünf Dezimalstellen. Sie wurde bereits p. 191 benutzt. — Irrtümlicherweise wird nachher der Winkel BDC zu $154^0\,45'$ angegeben, es mufs heifsen $154^0\,35'$. Albèri hat diesen Fehler allerdings korrigiert, aber den Sinus des falschen Winkels stehen lassen: der Sinus des richtigen Winkels würde 42920, nicht 42657 heifsen müssen. Im Resultat wird dadurch eine, wenn auch nicht sehr erhebliche Abweichung verursacht. — Regula aurea ist das, was wir Regeldetri zu nennen pflegen (vgl. zu p. 239). Was das Divisionsverfahren bei Galilei betrifft, so ist folgendes zu bemerken: der Divisor steht vor dem Dividendus, von

ihm durch einen Strich getrennt, der Quotient über dem Dividendus. Die bei der Division auftretenden Teilprodukte werden nicht hingeschrieben, sondern sofort abgezogen, ähnlich wie bei dem jetzt vielfach üblichen „österreichischen“ Verfahren; nur werden die Ziffern des Dividendus nicht „heruntergenommen“, sondern unter jede Ziffer die entsprechende Restziffer geschrieben, so daſs nicht immer die in dem Schema neben einander stehenden Ziffern zu einer und derselben dekadischen Zahl gehören. In praxi war es dabei wohl gebräuchlich, jede Ziffer, die als Minuend gedient hatte, durchzustreichen, wie es z. B. in Tartaglias *General trattato di numeri e misure (Vinegia 1556)* geschieht. Um das im Text wiederholt angewendete Verfahren verständlich zu machen, sei hier auf diese Weise der Quotient von 1728540 : 396 berechnet:

$$1)\quad \begin{array}{r|l} & 4 \\ 396 & 1728540 \\ & 144 \end{array} \qquad\qquad 2)\quad \begin{array}{r|l} & 43 \\ 396 & 1728540 \\ & \cancel{1}447 \\ & 25 \end{array}$$

$$3)\quad \begin{array}{r|l} & 436 \\ 396 & 1728540, \\ & \cancel{1}4478 \\ & 259 \\ & 1 \end{array} \qquad\qquad 4)\quad \begin{array}{r|l} & 4365 \\ 396 & 1728540 \\ & \cancel{1}4478,, \\ & 259,, \\ & \cancel{1},, \end{array}$$

Das erste Stadium der Rechnung zeigt, daſs die erste Ziffer des Quotienten 4, der erste Rest 144 beträgt; das zweite, daſs die zweite Ziffer des Quotienten 3, der Rest 257 beträgt; das dritte, daſs die dritte Ziffer des Quotienten 6, der Rest 198 beträgt; das vierte ergiebt die letzte Ziffer 5 des Quotienten und den Rest 0.

Das Verfahren, nach welchem im übrigen diese und die folgenden Rechnungen erledigt werden, ist enthalten in der Formel

$$d' = \frac{2 \sin \frac{\varphi - \varphi'}{2} \cdot \sin\left(h - \frac{\varphi - \varphi'}{2}\right)}{\sin \varepsilon}, \quad \varepsilon = (h - h') - (\varphi - \varphi'),$$

wo φ die Polhöhe des nördlicheren, φ' die des südlicheren Beobachters, h die Kulminationshöhe des Sternes für den ersteren, h' die für den letzteren Beobachter, d' endlich die Entfernung des Sternes vom zweiten Beobachter bedeutet, ausgedrückt in Erdradien.

13) p. 313. Es ist schon vorher (zu p. 309) bemerkt worden, daſs die hier benutzte untere Kulminationshöhe von $24^0\,28'$ von Camerarius nicht beobachtet worden ist, sondern statt dessen eine solche von $24^0\,8'$, welche ebenso wie die beiden anderen von ihm gefundenen Werte eine negative Parallaxe ergeben, wenn sie mit den Beobachtungen von Muñoz kombiniert werden. Die Beobachtungen des letzteren sind übrigens offenbar nur bis auf halbe Grade genau.

14) p. 315. Der Sinus des Winkels BDC ist in allen Ausgaben fälschlich zu 97845 angegeben, er beträgt in Wahrheit 97827.

15) p. 316. Die Art und Weise, wie Galilei die Rechnungen korrigiert, ist streng genommen nicht zulässig. Wenn er z. B. in dem vorlie-

genden Falle annimmt, die Parallaxe sei statt $4^0\,42'\,30''$ nur $20'$, so mufs er die Differenz von $4^0\,22'\,30''$ irgendwie auf beide Beobachter verteilen. Da er aber den Winkel BDC als richtig beibehält, so legt er damit den Beobachtungsfehler dem Maurolycus allein zur Last; eine ebensolche Bevorzugung des nördlichen Beobachters findet in allen folgenden Fällen statt. Die Abweichungen im Resultat sind freilich, mit Rücksicht auf die rohen Beobachtungen, durch dieses unrichtige Verfahren nicht sehr erheblich.

16) p. 317. Diese zweite Berechnung benutzt nicht die in der Tabelle p. 310 angegebenen Daten, aus welchen sich, wie man sie auch kombinieren mag, eine negative, also unmögliche Parallaxe ergeben würde. Nach dem Vorgange Chiaramontis benutzt G. vielmehr als gröfste Sternhöhe Hainzels $76^0\,34'\,30''$, als gröfste Sternhöhe Schulers nicht die wirklich beobachtete von $79^0\,56'$, sondern eine solche von $80^0\,15'$, welche aus der kleinsten Sternhöhe und der Polhöhe berechnet ist. Vgl. Claram. *De trib. stell. nov.* p. 66.

17) p. 318. Die dritte Berechnung basiert, wie aus der Gröfse der Winkel BAD, BDC, BCD hervorgeht, auf der Annahme, dafs Tycho eine Sternhöhe von $27^0\,56'$, Hainzel eine solche von $20'\,10'$ beobachtet habe. Es ist also hier die schlechtere, von Ch. freilich als besser bezeichnete Beobachtung Tychos, wie er sie in seiner ersten Schrift veröffentlicht hatte, benutzt, und auch diese nicht genau richtig; die Beobachtungen Hainzels hingegen sind nur auf ganze Minuten abgerundet.

18) p. 318. Bei der vierten Berechnung ist wiederum die schlechtere Beobachtung Tychos von Chiaramonti zu Grunde gelegt worden. Der Sinus des Winkels BDC würde besser 43234 statt 43235 heifsen müssen. Der Divisor 116 entspricht hier (und ebenso bei den folgenden Rechnungen) selbstverständlich nicht der wirklich gefundenen Parallaxe von $14'$, sondern der verbesserten von $4'$.

19) p. 319. Bei der fünften Rechnung ist als gröfste Sternhöhe Hainzels $76^0\,34'\,30''$ benutzt. Die Sehne BD ist fälschlich zu 4034 angegeben; es wäre 4304 zu schreiben, da der Winkel BAD $2^0\,28'$ beträgt, auch das Resultat wird dadurch beeinflufst.

20) p. 319. Bei der sechsten Rechnung ist als kleinste Sternhöhe von Camerarius $24^0\,17'$ benutzt.

21) p. 319. Bei der achten Rechnung mufs der Sinus des Winkels BDC (welcher $158^0\,31'$ beträgt) 36623 statt 36643 heifsen.

22) p. 320. Es mufs im Nenner des Bruchs 300 000 statt 100 000 heifsen. Es ergeben sich daher auch nicht, wie es im Texte heifst, etwas mehr als $30\frac{1}{2}$, sondern etwas weniger als $30\frac{1}{5}$ Halbmesser.

23) p. 321. Bei der zwölften Rechnung würde die Sehne BD, welche einem Winkel von $9^0\,54'$ entspricht, besser 17 257 als 17 258 heifsen. — Aufser den hier besprochenen Fehlern, welche im Texte beibehalten worden sind, befinden sich sowohl in der Originalausgabe wie in allen folgenden, die Albèrische einbegriffen, eine Menge Druckfehler, die im Texte verbessert wurden.

24) p. 323. Damit die Beobachtung eine möglicherweise richtige sei, genügt es nicht, dafs der gröfseren Polhöhe eine gröfsere Kulminationshöhe des Sternes entspreche, sondern es mufs aufserdem die Differenz der Sternhöhen gröfser sein als die Differenz der Polhöhen.

25) **p. 325.** Es ist das derjenige Stern, den man heute als *κ Cassiopejae* zu bezeichnen pflegt. Nach Tycho betrug die Entfernung des neuen Sterns von diesem $1^0\,31'$ (*Progymn.* p. 344).

26) **p. 327.** Das folgende Verfahren Galileis liefert, wie er selbst andeutet, nur eine untere Grenze für die Entfernung des Sternes. Bezeichnet φ die Polhöhe, h_1 die obere, h_2 die untere Kulminationshöhe, ω_1 die Poldistanz bei der oberen, ω_2 bei der unteren Kulmination, so berechnet G. eine untere Grenze für die Entfernung e gemäfs der Formel:

$$e > \frac{\sin(R - \varphi + \omega_2)}{\sin(\omega_2 - \omega_1)}$$

oder, da $\omega_1 = h_1 - \varphi$, $\omega_2 = \varphi - h_2$,

$$e > \frac{\cos h_2}{\sin(2\varphi - h_1 - h_2)}.$$

Den genauen Wert von e würde man finden nach den Formeln

$$e = \sqrt{\xi^2 + \eta^2}, \text{ wo } \xi = \frac{2\cos\varphi\,\cos\omega_1\,\cos\omega_2}{\sin(\omega_2 - \omega_1)} + \sin\varphi,$$

$$\eta = \frac{\cos\varphi\,\sin(\omega_1 + \omega_2)}{\sin(\omega_2 - \omega_1)}.$$

ξ bedeutet dabei die Entfernung der Ebene des Sternes vom Erdmittelpunkt, η den Radius des von ihm beschriebenen Kreises, den Radius der Erde gleich 1 angenommen.

27) **p. 327.** Da man zur Zeit Galileis unter Sinus dasjenige verstand, was wir Sinuslinie nennen, so bedurfte es noch einer Bezeichnung für den Radius oder die Hypotenuse, auf welche die Gröfse der Sinuslinie bezogen wird; sie pflegte Sinus totus genannt zu werden.

28) **p. 328.** Nämlich die Angaben der früheren Schrift Tychos, wonach die obere Kulminationshöhe 84^0, die untere $27^0\,45'$ beträgt. — Von den Beobachtungen des Camerarius sind die Werte $80^0\,30'$ und $24^0\,17'$ zu Grunde gelegt, welches nicht die für den Gegner günstigsten sind, trotz der gegenteiligen Versicherung Galileis.

29) **p. 329.** Die Thatsache der atmosphärischen Strahlenbrechung war schon den Alten bekannt, so namentlich dem Ptolemäus. Doch herrschten noch zur Zeit Galileis sehr unklare Vorstellungen darüber, namentlich hielt man vielfach den Betrag der Refraktion auch für abhängig von der Entfernung des Gestirns. Demgemäfs giebt Tycho in den *Progymnasmata* (p. 79, 124, 280) besondere Refraktionstabellen für Sonne, Mond und Fixsterne. Kepler bestreitet in seiner Schrift *Ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae Pars Optica Traditur (Francofurti 1604)* diese Ansicht und giebt selbst eine nicht übele Refraktionstabelle (Ed. Frisch II, 205), die lange Zeit als mafsgebend betrachtet wurde. — Im italienischen Texte scheint übrigens hier eine Verstümmelung vorzuliegen. Die Übersetzung ist daher nicht ganz wortgetreu.

30) **p. 331.** Die von Chiaramonti hier erwähnte Fehlerquelle ist thatsächlich bei dem von Tycho benutzten Instrumente vorhanden gewesen, wie dieser selbst versichert (*Progymn.* p. 343), nur ist die Gröfse des Fehlers,

im Verhältnis zu der damals überhaupt erreichbaren Genauigkeit überaus gering und kommt für die Entscheidung der hier vorliegenden Frage gar nicht in Betracht.

31) p. 334. Die aristotelischen Beweise der Endlichkeit des Weltalls finden sich vornehmlich in seiner Schrift *De coelo* lib. I, cap. VI und VII, und *Nat. ausc.* lib. III, cap. VI. Die Unendlichkeit der Welt war insbesondere von Giordano Bruno gelehrt worden, und die Rücksicht auf dessen Schicksale bewegt wohl Galilei, auf diese heikele Frage sich nicht näher einzulassen. Er selber scheint, im Gegensatz zu Kepler, an die Unendlichkeit der Welt zu glauben. Vgl. p. 39 und den Brief an Ingoli Op. II, 73.

32) p. 334. Galilei erlebte es häufig, dafs peripatetische Philosophen sich weigerten an seinen Versuchen und Beobachtungen sich zu beteiligen. So lehnte es Cremonini in Padua, Libri in Pisa ab, durch einen Blick ins Fernrohr sich von der Wahrheit der astronomischen Entdeckungen Galileis zu überzeugen. (Vgl. Favaro, *Galileo Galilei e lo studio di Padova. Firenze 1883,* I, 394 f.)

33) p. 337. Vgl. zu p. 66.

34) p. 342. Nach der schulmäfsigen Logik besteht jede Definition eines Begriffs in der Angabe des *genus* und der *differentia specifica*. Die übliche Definition des Menschen, welche zugleich eines der gewöhnlichsten Beispiele abgab, um das Wesen der Definition zu erläutern, lautete dementsprechend *animal mortale rationale;* wenn man also von der *differentia specifica* absieht, die in dem *rationale* ihren Ausdruck findet, so bleibt blofs das Genus Tier übrig.

35) p. 343. *Nuper me in litore* ... „Jüngst sah ich mich [mein Bild] am Gestade, als das Meer windstill dalag." Verg. *Buc. Ecl.* II, 25 f.

36) p. 344. Man wird annehmen dürfen, dafs diese Einwürfe vor Veröffentlichung des Dialogs Galilei noch nicht bekannt waren; er würde sonst ihre Widerlegung in dem Dialog nicht unterlassen haben, denn er befolgt ja sonst als Regel, gerade auch triviale, wenigstens heutzutag trivial erscheinende Argumente in ihrer Nichtigkeit darzuthun. Der (in der Übersetzung durch kursiven Druck ausgezeichnete) handschriftliche Zusatz des paduanischen Exemplars war also wohl durch die ihm unmittelbar zuvor gemachten Einwendungen hervorgerufen worden; wer indessen die litterarisch hervorragenden Persönlichkeiten gewesen sein mögen, habe ich nicht ermitteln können.

37) p. 347. Dafs die Breite des Brunnenschachtes nichts mit der Sache zu thun habe, ist denn doch sehr irrig. Bezeichnet man die Breite des Schachtes mit b, die Tiefe mit h und nimmt an, dafs die Beobachtung unter dem Äquator angestellt werde, so ist die Sichtbarkeitsdauer des Sternes proportional demjenigen Winkel x, dessen Gröfse bestimmt ist durch die Gleichung $\operatorname{tg} \frac{1}{2}x = \frac{b}{2h}$.

38) p. 348. Die folgende Darstellung steht, was die Komposition betrifft, in Widerspruch mit dem, was auf p. 336 ff. gelehrt wurde. Schon in dieser ersten Partie wurde der bedeutende Wechsel in der scheinbaren Gröfse des Mars und der Venus, sowie die Phasenänderung der letzteren

besprochen, und zwar in der Weise, dafs gerade auf Grund dieser Thatsachen eine Skizze des kopernikanischen Systems konstruiert wird. Als wäre alles dies nicht vorangegangen, wird nun hier abermals das Fehlen dieser Erscheinungen als Haupteinwand gegen das System bezeichnet. Diese widerspruchsvolle Art der Darstellung ist dadurch zu erklären, dafs der Dialog sicherlich zum Teil aus vorrätig gewesenen Stücken zusammengewebt ist, die nicht immer zu einander passen. Bei wiederholter Durchsicht scheint G. das Inconcinne der Komposition selbst bemerkt zu haben; wenigstens scheint es, als ob das handschriftliche Einschiebsel des Exemplars von Padua gerade zwischen diese beiden Darstellungen gesetzt sei, um den Widerspruch minder grell hervortreten zu lassen; dem sachlichen Inhalte nach würde sich das eingeschobene Stück ja besser in den Rahmen des zweiten Tages gefügt haben.

39) p. 350. Im folgenden wird in gröfserer Ausführlichkeit die bereits p. 80 f. erwähnte Erscheinung der Irradiation besprochen, von der G., wie er selber ausspricht, auch schon in früheren Werken gehandelt hatte; so in den *Lettere intorno alle macchie solari* (Op. III, 471) und im *Saggiatore* (Op. IV, 227 ff.). Er hätte auch den *Astronomicus Nuncius* erwähnen dürfen. Vgl. Op. III, 74.

40) p. 351. Simplicio hat früher (p. 75) behauptet, sie, wenn auch flüchtig, gelesen zu haben.

41) p. 356. Allerdings mufsten zur Erklärung der Ungleichheiten in der Planetenbewegung vom Standpunkte des ptolemäischen Systems komplizierte und ungeheuerliche Annahmen von excentrischen Kreisbewegungen und Epicykeln gemacht werden; indessen wurden solche durch das kopernikanische System noch keineswegs vollständig überflüssig gemacht. Erst die drei berühmten von Kepler entdeckten Gesetze der Planetenbewegung verbanden mit verhältnismäfsiger Einfachheit genaue Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung. Hier wäre der Ort gewesen, wo Galilei die unendlichen Verdienste Keplers nach Gebühr hätte preisen und zugleich die Lücke hätte ausfüllen können, die der Dialog enthält, insofern er die Ungleichheiten der Sonnen- und Planetenbewegungen völlig unerwähnt läfst. Diese Nichterwähnung der keplerschen Gesetze gehört zu den auffallendsten Sonderbarkeiten des Dialogs. Vgl. Einl. p. LII ff.

42) p. 357. Über die Stelle bei Kopernikus ist insofern unrichtig referiert, als nicht dieser selbst versucht hat, durch Häufung von Kreisen das gewünschte Ziel zu erreichen, sondern nur von anderen spricht, die dies gethan. In seiner an Papst Paul III. gerichteten Vorrede schreibt er nämlich: *Itaque nolo Sanctitatem Tuam latere, me nihil aliud movisse ad cogitandum de alia ratione subducendorum motuum sphaerarum mundi, quam quod intellexi, mathematicos sibi ipsis non constare in illis perquirendis. Primum enim usque adeo incerti sunt de motu solis et lunae, ut nec vertentis anni perpetuum magnitudinem demonstrare et observare possint. Deinde in constituendis motibus, cum illarum, tum aliarum quinque errantium stellarum, neque iisdem principiis et assumptionibus ac apparentium revolutionum notionumque demonstrationibus utuntur. Alii namque circulis homocentris solum, alii excentris et epicyclis, quibus tamen quaesita ad plenum non assequuntur. Nam qui homocentris confisi sunt, etsi motus aliquos diversos ex eis componi posse demonstraverint, nihil tamen certi, quod nimirum phaenomenis respon-*

deret, inde statuere potuerunt. Qui vero excogitaverant excentrica, etsi magna ex parte apparentes motus congruentibus per ea numeris absolvisse videantur, pleraque tamen interim admiserunt, quae primis principiis de motus aequalitate videntur contravenire. Rem quoque praecipuam, hoc est mundi formam ac partium eius certam symmetriam, non potuerunt invenire, vel ex illis colligere; sed accidit eis perinde, ac si quis e diversis locis manus, pedes, caput, aliaque membra optime quidem, sed non unius corporis comparatione depicta, sumeret, nullatenus invicem sibi respondentibus, ut monstrum potius quam homo ex illis componeretur.

43) **p. 360.** Apollonius von Perga in Pamphylien, einer der bedeutendsten Geometer des Altertums, lebte um 200 v. Chr.; er bildete namentlich die Lehre von den Kegelschnitten aus.

44) **p. 361.** Der von G. dem Salviati in den Mund gelegte Bericht über die Entdeckung der Sonnenflecken hat den Zweck, seine Priorität gegenüber den Ansprüchen Scheiners zu wahren, welche dieser auf seine angeblich schon im März 1611 gemachten Beobachtungen und auf die unter dem Pseudonym Apelles geschriebenen Briefe gründete. Öffentlich war übrigens Scheiner bisher (bis 1630) nicht in feindseliger Weise gegen G. aufgetreten; doch mufs dieses in Privatcirkeln geschehen sein, weil sonst der Ausfall Galileis im *Saggiatore* sinnlos sein würde. Nur in den *Disquisitiones mathematicae* vom Jahre 1614 p. 66 hatte Sch. geschrieben: *Quae [phaenomena in Sole] quoniam ab aliquot nunc annis prodierunt ab Apelle in tabulis duplicibus, deinde etiam a D. Galilaeo .....*; er hatte damit, anscheinend in gutem Glauben, doch bereits den Versuch gemacht, seine Prioritätsansprüche zu wahren, die ihm bisher nur durch das hingeworfene Wort Galileis in seinem ersten Briefe an Welser (vgl. Einl. p. XXX) bestritten waren; Gehässigkeiten gegen G. lagen ihm damals noch so fern, dafs er in derselben Schrift mehrfach mit höchster Anerkennung von diesem spricht, wie er ihm denn auch ein Exemplar mit sehr höflichem Begleitbrief zusandte. Ob Sch. bona fide die Priorität gegenüber Galilei beanspruchen durfte, ist allerdings sehr zweifelhaft. Der bekannte Ordensbruder Scheiners, Paul Guldin, versicherte später, er habe jenem die galileische Entdeckung mitgeteilt, und erst danach habe Sch. seine Beobachtungen angestellt (Op. X, 67; 234); doch kann diese Mitteilung, wie von Braunmühl mit Recht hervorhebt, nur auf die Oktoberbeobachtungen Scheiners Einfluss geübt haben; die Märzbeobachtungen müssen, wenn sie überhaupt stattgefunden haben, unabhängig davon gewesen sein; ihnen hatte aber Scheiner offenbar auch keinerlei Wert beigemessen. In feindseliger Weise führte den litterarischen Streit zuerst Galilei, wahrscheinlich, wie gesagt, durch mündliche Äufserungen Scheiners provociert; er deutete, wenn auch ohne Namensnennung, so doch in nicht mifszuverstehender Weise, im *Saggiatore* (Op. IV, 149 f.) an, dafs ihn Scheiner um den Ruhm der Sonnenfleckenentdeckung zu bringen versuche. Gegen diesen Angriff erfolgte Scheiners erbitterte Abwehr in der *Rosa Ursina*, die 1630 vollendet wurde und in Brazza erschien. Der Dialog Galileis wurde zwar erst 1632 veröffentlicht, war indessen bereits Mitte Mai 1630 druckfertig, sodafs irgendwelche Beziehung auf die *Rosa Ursina* sich in ihm nicht findet, wenn auch häufig das Gegenteil behauptet worden ist. Galilei hatte jedoch bei Abfassung des Dialogs Kenntnis von dem bevorstehenden Erscheinen der *Rosa* (Op.

VI, 327) und vermutlich auch von ihrem polemischen, vielleicht sogar von ihrem wissenschaftlichen Inhalte; er führt deshalb mittels des hier eingeflochtenen Berichtes einen neuen Streich gegen seinen Widersacher. — Dieser Bericht giebt jedoch zu mancherlei Bedenken Anlafs. Galilei will die Sonnenflecken schon im Jahre 1610 und zwar vor seiner im August erfolgten Abreise nach Florenz entdeckt haben. Wie ist dann zu erklären, dafs er weder in seinen Briefen an den Grofsherzoglich Toskanischen Staatssekretär Belisario Vinta aus jener Zeit, noch in dem Briefe an Kepler vom 19. August irgendwelche Andeutung über diese seine Entdeckung macht? Namentlich teilt er Vinta selbst solche Entdeckungen mit, die er sonst einstweilen geheim zu halten wünscht. Sollte er also wirklich schon damals Sonnenflecke gesehen haben, was sehr wohl möglich ist, und was ihm von seinem Freunde Fra Fulgenzio Micanzio, freilich in viel späteren Jahren, bestätigt wird, so würde er allerdings vor allen Rivalen die Priorität voraus haben; er mufs jedoch seiner Sache noch nicht sicher gewesen sein und keinerlei Wert auf die Entdeckung gelegt haben. — Scheiner hat nach der Erzählung in der Vorrede zu seiner *Rosa Ursina* die ersten Flecken im März 1611 wahrgenommen; wenn dies wahr sein sollte, so scheint aber auch er zunächst der Sache keine hohe Bedeutung beigelegt zu haben, da er seine weiteren Beobachtungen wahrscheinlich auf Grund des ihm von Guldin zugegangenen Berichts erst am 21. Oktober 1611 wieder aufnahm. Galilei verbreitete inzwischen in Rom während seines dortigen Aufenthalts, der von Ende März bis Juni 1611 dauerte, die Kunde von den Sonnenflecken in weitere Kreise (vgl. z. B. die Vorrede von Angelo de Filiis zu den *Lettere solari* Op. V, 6, 636). — Sobald man die erste gedruckte Veröffentlichung als entscheidend für die Priorität betrachtet, so hat Scheiner diese vor Galilei voraus; hingegen war es dieser, der sie früher erblickt und zuerst über das Wesen der Erscheinung richtige Anschauungen aufstellte, die er als Entgegnung auf die Apellesbriefe Scheiners in den an Welser gerichteten *Lettere intorno alle macchie solari* vom 4. Mai, 14. August und 12. Dezember 1612 zusammenfafste. Der unerquickliche Streit brachte allerdings auf der einen Seite der Wissenschaft Förderung, weil er eine gründliche Diskussion der einschlägigen Fragen und fortgesetzte sorgfältige Beobachtungen veranlafste, auf der anderen Seite aber wurde er für Galilei verhängnisvoll, weil durch ihn die Erbitterung des einflufsreichen Jesuiten aufs höchste gesteigert wurde. — Der wahre erste Entdecker — wenn dieser Titel durch die erste Veröffentlichung in Buchform verdient wird — war weder Galilei noch Scheiner, sondern Johannes Fabricius; er legte seine Ergebnisse nieder in der Schrift: *Io. Fabritii Frisii De maculis in Sole observatis et apparente earum cum Sole conversione, narratio (Wittebergae 1611),* deren Widmung vom 13. Juni 1611 datiert ist; die entsprechenden Beobachtungen wurden im Dezember 1610 angestellt. Auch ist diese Schrift keineswegs, wie von mancher Seite behauptet wird, obskur geblieben; vielmehr spricht Kepler von ihr mit den Worten der höchsten Anerkennung und trägt nicht das mindeste Bedenken, Fabricius als den Entdecker zu bezeichnen. Sehr verwunderlich bleibt es, dafs weder Scheiner noch Galilei in ihrer Polemik Fabricius erwähnen, obwohl ersterer mit dem Vater des Johann F. in Korrespondenz stand. Will man das blofse Erblicken der Erscheinung als mafsgebend betrachten, so käme auch Kepler

selbst in Betracht. Er sah am 17/27. Mai 1607 bereits einen Sonnenflecken, hielt ihn aber für den Merkur und beschreibt diesen vermeintlichen Merkurdurchgang in seinem *Phaenomenon singulare seu Mercurius in Sole (Lipsiae 1609)*. Als ihm später von anderer Seite her die Existenz der Sonnenflecken bekannt geworden war, sah er seinen Fehler ein und scherzte mit bestem Humor darüber; auch machte er darauf aufmerksam, dafs ein in der *Vita Caroli Magni* von Eginhard erwähnter Merkurdurchgang vom Jahre 807 wahrscheinlich auf die falsch gedeutete Beobachtung eines Sonnenflecks zurückzuführen sei. S. auch Einl. p. XXIV, XXIX, LX.

45) p. 362. Viel auffallender als die Behauptung Galileis, dafs er schon 1610 in Padua Sonnenflecke gesehen habe, ist die, dafs die jährliche Fleckenperiode ihm schon bei Lebzeiten Salviatis bekannt gewesen sei. Salviati starb im März 1614, also mehr als sechzehn Jahre mufsten bei Beendigung des Dialogs verflossen sein, seitdem Galilei von einer Thatsache wufste, der er die höchste Bedeutsamkeit zumafs und deren Bedeutsamkeit er im Momente der Entdeckung schon durchschaute, wenn wir dem vorliegenden Berichte Vertrauen schenken. Und diese ganzen sechzehn Jahre sollte er, der schon so manchen Prioritätsstreit auszufechten hatte, haben verstreichen lassen, ohne eine Mitteilung darüber zu machen, ganz im Gegensatze zu seinem sonstigen Brauche, möglichst früh, wenn nötig unter dem Schutze eines Anagramms, von seinen Entdeckungen Kunde zu geben? Hingegen gerade um die Zeit, wo sein Rivale Scheiner die gleiche Thatsache in der *Rosa Ursina* der wissenschaftlichen Welt mitteilte (*Rosa Ursina* p. 161 ff. und 225), entschliefst auch er sich endlich zur Veröffentlichung des so lange ohne jeden ersichtlichen Grund gewahrten Geheimnisses. Hier ist der Verdacht kaum zurückzudrängen, dafs Galilei entweder wirklich die *Rosa Ursina* bei Abfassung der vorliegenden Stelle kannte und die lange Zeit, die zwischen der Druckfertigkeit des Dialogs im Jahre 1630 und dem Drucke selbst verflofs, dazu benutzte, um diesen Passus einzuschieben; oder dafs er, ebenso wie von dem bevorstehenden Erscheinen der *Rosa*, so auch von deren Inhalt einiges wufste, dafs er, um dem Rivalen zuvorzukommen, noch zuletzt zu weiteren Beobachtungen der Sonnenflecke schritt und so selbständig die Entdeckung gemacht hat. Dafs Scheiner aufs höchste entrüstet war, als zwei Jahre nach dem Erscheinen seines Werks sein Rivale auftrat und diese Entdeckung vor achtzehn Jahren gemacht zu haben behauptete, ist nicht nur begreiflich, sondern auch gerechtfertigt; zum mindesten mufste Galilei, wenn seine Erzählung glaubhaft sein sollte, den Grund seines rätselhaften Schweigens angeben. Aber auch später (in dem Briefe an Fulgenzio Micanzio vom 9. Februar 1636, Op. VII, 59) giebt er weiter nichts an als: „Ich entdeckte sie (die Neigung der Sonnenachse zur Ekliptik) vor ihm, wie ich überzeugt bin, aber ich hatte keine Gelegenheit davon zu sprechen aufser im Dialog.“ Auch ist zu beachten, dafs, wie im folgenden noch angegeben werden wird, die Darstellung mancherlei Unebenheiten enthält, die Folge einer raschen Niederschrift zu sein scheinen; ganz abgesehen davon, dafs der Hauptzweck, die jährliche Sonnenfleckenperiode als Argument für die Erdbewegung zu benutzen, als völlig verfehlt bezeichnet werden mufs.

46) p. 364. Man bediente sich solcher aus zehn Kreisen zusammengesetzten Sphären (*sphaerae materiales*) teils zu Veranschaulichungs- und

Lehrzwecken, teils — und dann mufsten sie besonders sorgfältig gearbeitet sein — zu wirklichen Beobachtungen (*instrumentum armillare*, Armillarsphäre). Die Beschreibung der Armillarsphären ist bereits im fünften Buche des Almagests von Ptolemäus gegeben (vgl. p. 405).

47) p. 366. Dies ist vollständig unklar, der Meridian hat mit diesen Erscheinungen nichts zu thun. Der ganzen Darstellung liegt der Fehler zu Grunde, dafs die Ausdrücke „höher" und „tiefer" nicht, wie es sein sollte, sich auf den Horizont als Niveau beziehen, sondern auf die Ekliptik. Wenn es also im Texte heifst, Anfangs- und Endpunkt der scheinbaren Fleckenbahnen liegen gleich hoch, so bedeutet das nicht, sie liegen in einer horizontalen Linie, sondern in einer zur Ekliptik parallelen. Diese schlecht gewählte Ausdrucksweise in Verbindung mit der Figur, in welcher die Ekliptik wirklich wagerecht gezeichnet ist, verführen nun zu dem weiteren Irrtum, den Längenkreis, in welchem sich die Sonne jeweilig befindet, mit einem Vertikalkreise zu identificieren. Bei der hier besprochenen Stellung der Erde liegt nämlich die Achse der Sonne allerdings in der Ebene eines Längenkreises, nicht aber notwendig in der des Meridians. Nun wird freilich der Terminus Meridian auch in weiterem Sinne gebraucht, und zwar auch von Galilei (vgl. zu p. 400 und Op. III, 23), nämlich für jeden durch die Pole gehenden gröfsten Kreis, nicht blofs für den durch den Zenith gehenden; aber auch in diesem Sinne ist die galileische Darstellung unrichtig; sie wäre in diesem Falle nur dann korrekt, wenn die Maximalkrümmung zur Zeit der Solstitien einträte. — Man vermifst ferner in der galileischen Darstellung die Angaben über den Betrag der Neigung der Sonnenachse gegen die Ekliptik, sowie die Angaben über die Zeit, zu welcher die vier charakteristischen Lagen von der Erde eingenommen werden. Bekanntlich ist der Sonnenäquator um etwa $17\frac{1}{2}^{0}$ gegen die Ekliptik geneigt; die Tage des geradlinigen Fleckendurchgangs sind der 10. Juni und der 10. Dezember, an ihnen also befindet sich die Erde in der Schnittlinie von Sonnenäquator und Ekliptik, während am 10. September und 10. März die stärkste Krümmung der Fleckenbahnen stattfindet, und die Erde in der Ebene steht, welche durch Sonnenachse und Ekliptikachse hindurchgeht.

48) p. 369. Der im folgenden gemachte Versuch, auf Grund der veränderlichen Fleckenbahnen die Unwahrscheinlichkeit der Drehung der Sonne um die Erde nachzuweisen, ist verfehlt. Seine vermeintliche Beweiskraft beruht im wesentlichen auf dem „dritten" Umstande, dafs wenn die zur Ekliptik schiefe Sonnenachse bei Drehung der Sonne um die Erde sich selber parallel bliebe, das Aussehen der Fleckenbahnen stets dasselbe sein müfste. Dies ist aber durchaus nicht der Fall, vielmehr ergäben sich dann genau die Erscheinungen, welche thatsächlich stattfinden, wie man sich leicht überzeugt. Damit wird denn auch der Schlufs hinfällig, dafs man der Sonnenachse noch eine weitere jährliche Rotation um die Ekliptikachse zuschreiben müsse, um die centrale Stellung der Erde aufrecht zu erhalten: somit würde auch die etwaige Sonnenbewegung nicht besonders kompliciert, wenigstens nicht komplicierter sein, als wenn die Sonnenachse senkrecht zur Ekliptik stünde. — Wenn Galilei daher späterhin sich rühmt (Op. VII, 59), dafs er die Neigung der Sonnenachse zur Ekliptik benutzt habe, um der Natur ihr gröfstes Geheimnis zu entreifsen, während Scheiner mit diesem Schatze nichts anzufangen gewufst habe, so

ist dies ebenso unbegründet, wie die Ansprüche auf die Priorität der Entdeckung es allem Anscheine nach sind. — Merkwürdig ist es, dafs aufser von Scheiner selbst (in seinem *Prodromus pro Sole mobili et Terra stabili contra Galilaeum a Galileis.* Pragae 1651) meines Wissens nirgends auf die Unzulänglichkeit dieses Beweises für die Erdbewegung aufmerksam gemacht worden ist, derselbe im Gegenteil (z. B. von Albèri im Supplementband zu seiner Ausgabe der galileischen Werke p. L) Anerkennung gefunden hat.

49) p. 371. Kopernikus schrieb bekanntlich der Erde aufser der täglichen Rotation um die eigene Achse und der jährlichen Rotation um die Sonne auch noch eine jährliche um eine zur Ekliptikebene senkrechte Achse zu, die sogenannte Deklinationsbewegung. Da er nämlich unter einer Rotation nur eine solche Bewegung versteht, bei welcher der sich bewegende Körper mit dem Mittelpunkte der Drehung in starrer Verbindung steht, so würde bei der Rotation der Erde um die Sonne die Erdachse zunächst ihre Richtung fortwährend ändern, und es bedurfte einer weiteren Bewegung, um diese Änderung wieder rückgängig zu machen. Selbstverständlich mufs diese dieselbe Periode haben, wie jene. — Galilei meint also: wenn man der Sonne, ähnlich wie Kopernikus der Erde, zwei verschiedene Rotationen um sich selber beilegt, so mufs die Periode der einen Rotation mit der Umlaufszeit der Sonne um die Erde übereinstimmen; es ist aber dann kein zureichender Grund vorhanden, warum sie eher mit der jährlichen Umdrehung als mit der täglichen übereinstimmt. — Dieser ganze Vergleich mit der Erdbewegung pafst aber nicht, denn Galilei will ja durch seine zweite der Sonne beizulegende Rotation gerade bewirken, dafs die Sonnenachse nicht sich selber parallel bleibt. — Über die dritte von Kopernikus der Erde beigelegte Bewegung wird ausführlicher gesprochen p. 416 f.

50) p. 372. Im Italienischen liegt hier ein Anakoluth vor, welches in der Übersetzung durch das eingeschobene „alles erklärt" beseitigt ist.

51) p. 373. Die im folgenden besprochenen Einwände Scheiners (oder Lochers, seines Schülers) finden sich in den *Disquisitiones mathematicae*, Abschn. XIII p. 23—28. Der im Text begonnene Satz lautet in deutscher Übersetzung vollständig folgendermafsen: „Die Erde also samt dem Monde und unserer ganzen elementaren Welt versetzte Kopernikus, ein im übrigen durch Gelehrsamkeit hervorragender Mann, zwischen den Himmel des Mars und der Venus, die Sonne stiefs er hinab in den Mittelpunkt des Weltalls; die Sonne wie auch das Firmament liefs er stillestehen, die Erde sich bewegen und zwar in dreifacher Bewegung, der jährlichen, der Deklinations- und der täglichen Bewegung; um alles das deutlicher zu machen, fügen wir hier sein System bei [auf Seite 24 ist eine Figur, welche das Schema des kopernikanischen Systems darstellt]; hierbei ist das Firmament *ABCD* der oberste Himmel und unbeweglich, die östliche Seite bei *A*, die südliche bei *B*, die westliche bei *C*, die nördliche bei *D*: *EF* die Sphäre des Saturn, *GH* die des Jupiter, *JK* die des Mars, deren Dicke bis zur Sphäre *RS* der Venus reicht, und innerhalb deren die elementare Welt *LMNP* enthalten ist; die Erde *P* und der Mond *M* durchwandern diese in einem Jahre von Osten nach Westen, mit ihrem Mittelpunkt den Kreis *OPQ* beschreibend, welcher den *Orbis magnus* oder den *Orbis annuus* vorstellt;

weiter nach innen folgt die Sphäre *RS* der Venus, welche die des Mars *TV* umfafst, und in dem Mittelpunkte dieser und aller anderen hat die Sonne ihren Sitz."

52) p. 374. Die Witzeleien in den 1614 erschienenen *Disquisitiones* über das Verhältnis gewisser Bibelstellen zu dem kopernikanischen System sind ein deutlicher Beweis, dafs damals, also kurz vor dem 1616 erfolgten Verbote der Lehre von der Erdbewegung, selbst Scheiner keinen unvereinbaren Widerspruch zwischen Bibel und Kopernikus finden konnte. — Galilei spricht sich über diese theologischen Dinge weitläufig in dem berühmten Briefe an die Grofsherzogin Mutter Christine aus (Op. II, 26—64). Die Art und Weise, wie er hier seiner Entrüstung über Scheiners Äufserungen Ausdruck verleiht, entspricht ganz dem, was er in diesem Briefe als gefährliche Folge des Verbots des kopernikanischen Systems voraussagt. In dem Streite der Parteien, meinte er damals (Op. II, 37), würden leicht Gründe vorgebracht werden, denen man höhere Beweiskraft beimesse, als der heiligen Schrift.

53) p. 374. Die Stelle bei Tycho wird in den *Disquisitiones* selbst citiert, sie findet sich in den *Progymnasmata* p. 481.

54) p. 375. Vgl. Cop. *De revol.* lib. I, cap. X, wo es gegen den Schlufs heifst: *Quod autem nihil eorum apparet in fixis, immensam illorum arguit celsitudinem, quae faciat etiam annui motus orbem sive eius imaginem ab oculis evanescere, quoniam omne visibile longitudinem distantiae habet aliquam, ultra quam non amplius spectatur, ut demonstratur in opticis.* Ähnlich am Schlusse von cap. VI im ersten Buche.

55) p. 375. Die Entfernung der Sonne wurde, wie man sieht, von den damaligen Astronomen gewaltig unterschätzt, sie beträgt bekanntlich etwa 23 000 Erdradien.

56) p. 375. Hier ist zum ersten Male eine Andeutung darüber, dafs die Sonne wechselnde Entfernung besitzt, bisher war immer nur von vollkommenen Kreisen die Rede, in deren Mittelpunkte entweder die Sonne oder die Erde steht. Diese unvorbereitete Erwähnung ist nach den bisherigen Auseinandersetzungen einigermafsen überraschend.

57) p. 375. In Wahrheit ist bekanntlich der scheinbare Durchmesser sämtlicher Fixsterne noch bei weitem kleiner. Auch in den schärfsten Fernröhren erscheinen die Fixsterne als unteilbare Punkte; wir können daher auch nicht das Mindeste aussagen über ihre wahre Gröfse, wiewohl uns von einigen die Entfernung annähernd bekannt ist. Wahrscheinlich unbegründet ist auch die damals herrschende Ansicht, dafs der scheinbare Durchmesser der Sterne „erster Gröfse" den der Sterne „geringerer Gröfse" übertreffe. Wäre der nächste Fixstern so grofs wie die Sonne, so würde sein scheinbarer Durchmesser 0,004″ betragen. Ein grofses Verdienst Galileis besteht aber jedenfalls darin, auf die ungeheure Überschätzung der scheinbaren Fixsterndurchmesser hingewiesen zu haben, wiewohl er selbst sie noch immer viel zu grofs annimmt.

58) p. 376. In der editio princeps steht hier *centosexmilionesima parte:* der einige Male wiederholte Fehler beruht darauf, dafs nicht, wie dort fälschlich angegeben wird, $220^3 = 106\,480\,000$, sondern $= 10\,648\,000$ ist. Der Fehler ist schon in der paduanischen Ausgabe von 1744 verbessert. — Unter *orbis magnus* wird sowohl die Erdbahn selbst als auch die Kugel

verstanden, welche mit dem Radius der Erdbahn um die Sonne beschrieben ist; verschieden davon ist nach dem damals herrschenden, aber nicht immer strenge innegehaltenen Sprachgebrauch die Ekliptik, welche am „Firmament" verläuft; daher die Ausdrucksweise, dafs die Erde sich „unter" der Ekliptik bewegt.

59) p. 376. Dafs der Durchmesser der Sonne 11 Erdhalbmesser beträgt, ist eine Konsequenz der damals üblichen, falschen Annahme, dafs die Sonne 1208 Erdradien von uns entfernt sei, und der richtigen, dafs ihre scheinbare Gröfse etwa $\frac{1}{2}^0$ beträgt.

60) p. 377. Al-Fergani (oder Alfagrano oder Alfragan) lebte um 800 und war Hauptastronom des Kalifen Al-Mamum. — Albategnius (geb. zu Batan in Mesopotamien um die Mitte des neunten Jahrhunderts, gestorben um 928), der bedeutendste arabische Astronom, Entdecker der Bewegung des Sonnenapogäums. Die Hauptwerke der genannten Astronomen wurden von Regiomontan herausgegeben unter dem Titel: *Alfragani rudimenta astronomiae et Albategnii liber de motu stellarum, ex observationibus tum propriis, tum Ptolemaei* (Nürnberg 1537). — Thebit, einer der arabischen Bearbeiter des Almagest von Ptolemäus, lebte von 836 bis 901. — Clavius (geb. 1537 zu Bamberg, gest. 1612), Jesuit, lebte gröfstenteils in Rom, wo er als Lehrer der Mathematik fungierte. Er gehörte der von Gregor XIII. berufenen Kommission zur Beratung der Kalenderreform an und galt als der bedeutendste Mathematiker seiner Zeit. Seine gesammelten Werke: *Opera mathematica*. 5 Foliobände, erschienen in Mainz 1612.

61) p. 378. Die hier angeführte, freilich recht rohe und unzuverlässige Methode, die höchstens zum Beweise dienen kann, wie sehr die scheinbare Gröfse der Sterne bisher überschätzt wurde, setzt Galilei mit etwas gröfserer Ausführlichkeit auch in seinen *Operazioni astronomiche* auseinander (Op. V, 378 ff.). Er ersann noch ein anderes Verfahren, von welchem wir durch ein Tagebuch Niccolò Arrighettis wissen (Op. V, 387 ff.).

62) p. 378. Die Stelle ist etwas unklar, es ist fraglich, ob die Übersetzung genau den richtigen Sinn getroffen hat. Der italienische Text lautet: *usando però la solita cautela, che si osserva nel prendere angoli così acuti, di non formare il concorso de' raggi visuali nel centro dell' occhio, dove non vanno se non refratti, ma oltre all' occhio, dove realmente la grandezza della pupilla gli manda a concorrere.* Klarer ist die Auseinandersetzung in den *Operazioni astronomiche*. Die Brechung der Lichtstrahlen im Auge hat mit der Sache nichts zu thun, auch wird darauf nachher nicht zurückgekommen. Da die Pupille kein Punkt ist, daher auch noch Licht von dem Sterne empfangen kann, wenn sie sich innerhalb desjenigen Winkelraums befindet, der von den gemeinsamen Tangenten des Fadens und des Sternes gebildet wird, so bedarf es allerdings der von Galilei angedeuteten Berücksichtigung der Pupillengröfse. Indessen kommen bei dem principiell richtigen Versuche noch so viele andere Schwierigkeiten hinzu, wie die Beugung des Lichtes und vor allem die Bewegung des Sternes, dafs man sich wundern mufs, wie Galilei immerhin mit solcher Bestimmtheit ein für die damalige Zeit überraschendes Resultat aussprechen konnte. — Jedenfalls hätte Galilei noch hinzufügen müssen, dafs der Durchmesser

der Schnur gröfser als der der Pupille sein mufs, widrigenfalls ein Verdecken des Sternes durch den Faden überhaupt nicht stattfinden kann.

63) p. 379. In allen Ausgaben steht statt pag. oder fac. 167 das falsche cap. 167. Die Stelle, welche hier citiert wird, ist übersetzt in der Note zu p. 140.

64) p. 381. Wenn allgemein f der Durchmesser der Schnur, p der der Pupille ist, d der Abstand von Schnur und Pupille und x die Entfernung des Strahlenschnittpunktes vom Auge, so ist $x : (x + d) = p : f$, also $x = \frac{d}{\frac{f}{p} - 1}$. Bei dem im Text gewählten Beispiele ist $\frac{f}{p} = 4$, $d = 30$, also $x = 10$, mithin der Strahlenschnittpunkt vom Auge 10 Ellen, vom Faden 40 Ellen entfernt.

65) p. 382. *Ratio eversa*, arithmetischer terminus technicus, der angewendet wird, wenn nicht, wie gewöhnlich, nach dem vierten, sondern nach dem dritten Gliede einer Proportion gefragt wird, nicht zu verwechseln mit unserm „indirekten Verhältnis".

66) p. 382. Die zu diesem Zweck zu benutzenden Daten sind: Jupiterentfernung = 5 Sonnenfernen, Marsentfernung = $1\frac{1}{2}$ Sonnenfernen; Jupiterumlaufszeit 12 Jahre, Marsumlaufszeit 2 Jahre.

67) p. 382. Kopernikus entwickelt seine Theorie der Präcession in den ersten Kapiteln des dritten Buches seiner *Revolutiones*; er schätzt die Periode der Präcessionsbewegung auf 25 816 ägyptische Jahre (cap. 6).

68) p. 387. Der lateinische Originaltext lautet (*Disq. math.* p. 28): *Unde interrogare luberet 1. Cui bono tantae machinae; an productae ob tantillam terrae punctulum? Cur igitur 2. Tam remotae, ut tantulae appareant, et nihil ferme in terram possint? 3. Ad quid insana illa inter ipsas atque Saturnum vorago? frustra scilicet sunt omnia, quibus ratio probabilis nulla patrocinatur.*

69) p. 388. Hier liegt eine naive, philosophisch unberechtigte Anschauung zu Grunde. Wenn wir sagen, ein Objekt scheine uns klein, so ist entweder die Rede von dem wissenschaftlichen terminus der „scheinbaren Gröfse", einer gewissen Winkelgröfse also, die nicht von dem Instrumente abhängt, womit das Objekt betrachtet wird; oder man denkt an das bald mehr, bald weniger richtige Urteil über die wahre Gröfse, welches bewufst oder unbewufst auf Grund der „scheinbaren Gröfse" und der geschätzten Entfernung zustande kommt. Das vergröfserte Sehen mit dem Fernrohr, auf welches G. anspielt, beruht darauf, dafs das bewaffnete Auge nicht den Körper selbst, sondern ein näher gelegenes Bild desselben betrachtet. Um mit dem Fernrohr erst den linken, dann den rechten Rand eines Objektes zu fixieren, hat man es um denselben Winkel zu drehen, wie das unbewaffnete Auge. Hätten wir angeborene Fernrohre vor den Augen, so würden mithin die Dinge dieselbe scheinbare Gröfse besitzen wie jetzt. Der Fehler des Auges, den Galilei eigentlich hervorheben möchte, ist wohl nicht der, dafs uns entfernte Dinge so klein erscheinen, sondern dafs die Dinge, die uns so klein erscheinen, keine Details mehr zeigen, undeutlich sind. Bei strengem Sprachgebrauch ist es auch unzulässig zu sagen: der Körper scheint uns (oder der Erde) so grofs, wie er ist; darin liegt ein Vergleich zwischen Unvergleichbarem, wie wenn man

sagte: der Körper wiegt so viel, als er grofs ist. Es könnte höchstens jene Ausdrucksweise besagen wollen, das Urteil, das wir uns über die wahre Gröfse bilden, sei zutreffend. Dann aber ist das Klein-Erscheinen der Sterne nicht in erster Linie auf einen Fehler des Auges, sondern auf den Fehler unserer Urteilskraft oder auf den Mangel an Erfahrung zurückzuführen. — Ausführlich, wenn auch wenig überzeugend, spricht sich Galilei über scheinbare Gröfse aus im *Saggiatore* (Op. IV, 218 f.).

70) **p. 389.** *Ad hominem* „gegen den Mann", ein terminus der Dialektik; man versteht darunter einen Beweis, der sich nicht auf bewiesenen oder allgemein anerkannten Prämissen aufbaut, sondern auf den vom Gegner für richtig gehaltenen; ein solcher Beweis hat daher zwar keinen wissenschaftlichen Wert, kann aber zur Überzeugung des einen Gegners dienen.

71) **p. 390.** Gemeint ist Ingoli, Rechtsanwalt in Ravenna, der 1616 an Galilei einen Brief gerichtet hatte, worin er die kopernikanische Lehre bekämpfte. Galilei erwiderte mit einem, bei seinen Lebzeiten nicht gedruckten, Schreiben (Op. II, 64—115), worin er in ähnlicher Weise wie im Dialog für Kopernikus argumentiert, u. a. auch die vermeintliche Notwendigkeit einer Veränderung der Polhöhe widerlegt (ib. p. 105 f.). Galilei thut übrigens hier und in dem Briefe an Ingoli wahrscheinlich Tycho Unrecht; die Stelle der *Progymnasmata* (p. 684), welche sich mit einer Beobachtung Christoph Rothmanns beschäftigt, ist nicht ganz klar; sie bedeutet vielleicht nur, dafs die gewöhnliche Methode der Polhöhenbestimmung infolge der jährlichen Erdbewegung zu einem anderen Resultate im Winter als im Sommer führen müfste, dafs also diese Methode wegen der Fixsternparallaxe dann nicht ohne weiteres zuverlässig sei. Wenn man mithin dennoch nach dieser üblichen Methode die Polhöhe ermittelt und zu verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Ergebnisse findet, so würde das allerdings die Erdbewegung erweisen.

72) **p. 394.** Zu Galileis grofsen Verdiensten gehört die Hervorhebung aller mathematischen Grenzübergänge. Bei ihm, wie bei Buonaventura Cavalieri, der unter seinem Einflusse stand, finden sich demgemäfs auch die ersten Ansätze zur Infinitesimalrechnung. Der hier ausgesprochene Gedanke findet nähere Ausführung in den *Discorsi* (Op. XIII, 42 ff.).

73) **p. 395.** Aufgangs-Azimuthe: so habe ich das italienische *latitudini ortive* wiedergegeben. *Latitudo ortiva* (und entsprechend *latitudo occidua*) bedeutet eigentlich den Bogen des Horizontes zwischen dem Aufgangspunkt (Untergangspunkt) eines Gestirnes und dem Schnittpunkt von Horizont und Äquator, also das, was speciell bei der Sonne gegenwärtig Morgen- und Abendweite genannt zu werden pflegt, während die Azimuthe von dem Schnittpunkte des Meridians mit dem Horizonte gezählt werden. Bedeutet A das Aufgangsazimuth, δ die Deklination des Sternes, φ die Polhöhe, so ist $\cos A = -\frac{\sin \delta}{\cos \varphi}$.

74) **p. 396.** Auf dieses „Hauptbedenken" gegen das kopernikanische System ist schon von vornherein die Aufmerksamkeit gelenkt (vgl. p. 144 f.). Seine Beseitigung, soweit es sich auf die Fixsterne bezieht, wird sofort in Angriff genommen; soweit es die Sonne betrifft, folgt seine Erledigung p. 407 ff. Dafs die Sache dunkel oder auch nur schwierig sei, sagt Kopernikus eigentlich nicht, er schickt nur seinen beiden Auseinander-

setzungen (*De revol.* lib. I, cap. XI) die Bemerkung voraus, dafs diese Dinge mehr anschaulich gemacht als beschrieben werden müssen (*quae oculis subiici quam dici desiderant*).

75) p. 399. Trotz der gegenteiligen Versicherungen Galileis findet an den Sternen der Ekliptik infolge der Erdbewegung allerdings eine scheinbare Verschiebung in Länge statt, welche, auch bei Annahme einer Verteilung der Fixsterne über eine einzige Kugeloberfläche — abgesehen von ihrer Geringfügigkeit — konstatierbar ist. Zwei benachbarte Fixsterne der Ekliptik müssen nämlich zu der Zeit, wo die Erde ihnen näher steht, eine gröfsere scheinbare Entfernung besitzen als zur Zeit, wo die Erde von ihnen weiter entfernt ist, mit anderen Worten: die Fixsterne der Ekliptik scheinen weiter von einander entfernt, wenn sie (annähernd) in Konjunktion, als wenn sie in Opposition zur Sonne sich befinden. Die durchschnittliche Längenverschiebung der Ekliptiksterne würde sich allerdings, wie Galilei ausführt, der Wahrnehmung entziehen, die Abweichung von dieser mittleren Bewegung aber bemerkbar werden, so dafs auch hier von Recht- und Rückläufigkeit gesprochen werden könnte.

76) p. 400. Diese Prophezeiung hat sich ganz in der von Galilei angegebenen Weise erfüllt; Bessel hat die erste Fixsternparallaxe durch Vergleich eines vermutlich näheren mit einem vermutlich ferneren Fixsterne aufgefunden.

77) p. 400. Unter Kolluren werden die beiden durch die Himmelspole und die Äquinoktien, resp. die Solstitien laufenden gröfsten Kreise verstanden. Der Solstitialkolur steht zur Ekliptik senkrecht, nicht aber der Äquinoktialkolur, beide sind zugleich „Meridiane", wie Galilei angiebt, wenn dieses Wort im Sinne von „Stundenkreis" genommen wird, d. h. einen beliebigen durch die Himmelspole laufenden gröfsten Kreis bedeutet (vgl. zu p. 366). — Wenn im folgenden von „Höhe" die Rede ist, so bezieht sich dieser Ausdruck (*elevazione*) auf die scheinbare Entfernung von der Ekliptik, würde also nach strengem Sprachgebrauch durch „Breite" zu ersetzen sein.

78) p. 405. Über die Armillarsphären vgl. zu p. 364.

79) p. 405. Aufser den Beschreibungen, die Tycho von seinen Instrumenten in anderen Werken giebt, hat er eine besondere Schrift über diesen Gegenstand verfafst: *Astronomiae instauratae Mechanica* (Wandesburgi 1598); Galilei besafs davon (Fav. *La Libreria* p. 41) die spätere in Nürnberg erschienene Ausgabe vom Jahre 1602. Allbekannt ist Tychos gröfsartiges, in den *Epistolae astronomicae* beschriebenes Observatorium Uranienburg auf der im Sunde gelegenen Insel Hwen oder Hveen.

80) p. 405. In Wahrheit war der Ort, von dem aus Galilei (nicht Salviati) den Eintritt des Solstitiums beobachtete, die Villa Bellosguardo bei Florenz, die Eigentum eines gewissen Lorenzo Segni war; Galilei bewohnte sie vom 15. August 1617 bis zum Jahre 1631. Über seine Beobachtungen berichtet er an Cesare Marsili am 5. April 1631 (Op. VI, 379): sie bezweckten namentlich, eine etwaige Veränderung der Ekliptikschiefe festzustellen. Von dort aus ist die zum karrarischen Bergland gehörige Felsengruppe Pietrapana mittels des Fernrohrs sichtbar.

81) p. 410. Im Original und in sämtlichen Ausgaben steht irrig *sopra il diametro* statt *sopra il perpendicolo del diametro.*

82) p. 411. Die zu Galileis Zeit übliche Terminologie sprach nicht nur von Polen gröfster, sondern auch von Polen beliebiger Kugelkreise, worunter ihre (beiden) sphärischen Mittelpunkte verstanden wurden.

83) p. 417. Über die dritte sogenannte Deklinationsbewegung der Erde, die von Kopernikus gelehrt wurde, vgl. zu p. 371.

84) p. 417. Der hier angeführte Versuch wird auch im *Saggiatore* besprochen, wo wir erfahren, dafs Galilei ihn des öfteren, auch in Gegenwart von Virginio Cesarini, an welchen der *Saggiatore* gerichtet ist, angestellt hat (Op. IV, 304).

85) p. 418. William Gilbert aus Colchester, Leibarzt der Königin Elisabeth, hatte sein berühmtes Werk über den Magneten im Jahre 1600 veröffentlicht (der vollständige Titel des Buches lautet: *Gulielmi Gilberti Colcestrensis, Medici Londinensis, De Magnete, Magneticisque Corporibus, Et De Magno magnete tellure; Physiologia nova, plurimis argumentis, et experimentis demonstrata. Londini Excudebat Petrus Short Anno MDC*). Schon 1602 finden wir Galilei mit eifrigen Studien über den Magnetismus beschäftigt und gemeinsam mit Fra Paolo Sarpi (vgl. Favaro, *Gal. Galilei e lo studio di Padova* II, 214) die Lektüre des gilbertschen Buches betreibend. Später entwickelte sich ein lebhafter Briefwechsel zwischen ihm und dem Sekretär des Grofsherzogs Cosimo II., in welchem Galilei den Ankauf eines Magneten, den Sagredo besafs, seitens des Grofsherzogs befürwortete und vermittelte. Es ist das derselbe, welcher im Dialog späterhin (p. 424. 427) mehrfach erwähnt wird. Bei dieser Gelegenheit wurden auch manche interessante theoretische Fragen zur Sprache gebracht, wie die Veränderung der Intensität bei der Übersendung des Magneten von Padua nach Florenz (Op. VI, 52), eine Frage, die übrigens schon Gilbert berührt hatte (Gilbert, *De Magnete* lib. II, cap. XXXIV, p. 105 ss.), und die auch im Dialog näher erörtert wird (p. 423). Was Galilei zu den Ergebnissen Gilberts hinzufügt, ist nicht gerade viel; er erklärt die verstärkende Wirkung der Armierung und macht auf Irrtümer Gilberts aufmerksam. Einige der zu ersterem Zweck erfundenen Versuche rühren indessen schon von Gilbert her, wie die Einschiebung eines Blattes Papier zwischen Armierung und Anker; dafs er die Vermutung Gilberts betreffs der Eigenrotation einer magnetischen Kugel in Analogie zur Achsendrehung der Erde leugnet, ist zwar verdienstlich, aber doch nur ein negatives Ergebnis Den Irrtum, dafs die Erde in dem Sinne, wie Gilbert es meint, ein Magnet sei, d. h. aus Magneteisen bestehe, adoptiert Galilei und sieht darin fälschlich wie dieser eine Erklärung der unveränderten Erdachsenrichtung.

86) p. 420. Die nicht magnetische Natur des Wassers hebt auch Gilbert hervor, der in ihr zugleich den Erklärungsgrund für die Deklination (*variatio*) der Magnetnadel sieht (lib. IV). Merkwürdigerweise spricht Galilei von der Deklination gar nicht.

87) p. 421. Vgl. zu p. 89.

88) p. 422. Galilei spricht von der Inklination, die 1544 von dem Nürnberger Georg Hartmann entdeckt, von dem Engländer Robert Norman zuerst (1576) gemessen, von Gilbert im fünften Buche seines Werkes ausführlich untersucht wird. Gilbert nennt sie *declinatio*, während die Deklination, wie oben angegeben, bei ihm *variatio* heifst. Galilei meint fälschlich, Gilbert sei der Entdecker der Inklination (p. 430), wiewohl

dieser selbst Norman als solchen nennt (Gilbert, *De Magnete* lib. I, cap. I, p. 7 f.).

89) p. 422. Gilbert stellte die meisten seiner Versuche mit kugelförmigen Magneten an, die er als „kleine Erde" (*μικρόγη*, *terrella*) bezeichnet.

90) p. 424. Gilbert beschreibt die Art und Weise, wie er natürliche Magnete armiert, im 17. Kapitel des 2. Buches (p. 86—87). Er stülpt über die beiden Pole je eine eiserne Kappe (*cassis ferrea*); an einer der selben sind Haken, an der anderen Ösen befestigt, die in einander greifen und dadurch die Kappen gegen den Stein pressen. Die verstärkende Wirkung der Armierung erklärt Gilbert bei dieser Gelegenheit, wie es scheint, ganz ähnlich wie Galilei, wenn auch in etwas dunkeler Ausdrucksweise.

91) p. 424. Es scheint die Stelle bei Gilbert lib. II, cap. 17, p. 86 gemeint zu sein, wo es heifst, dafs ein Magnet, der ohne Armatur 4 Unzen tragen könne, durch die Armatur eine Tragfähigkeit von 12 Unzen erlange. (Vgl. auch den Brief an Cesare Marsili vom 27. Juni 1626 Op. VI, 314 f.) Galilei citiert nicht selten nachlässig.

92) p. 424. Vom Magneten wurden zahllose fabelhafte Dinge seit dem Altertum erzählt. In erster Linie scheint aber unter den lügenhaften Autoren Johannes Baptista Porta verstanden zu werden, der in den früheren Auflagen seiner *Magia naturalis* (z. B. Antverpiae 1561) fast nur Unsinniges über den Magneten zu berichten weifs, wie man die Keuschheit einer Frau mit seiner Hilfe feststellen kann u. dgl. m. Späterhin hat er indessen neben zahlreichen Irrtümern auch manches Wahre behauptet. Über sein Projekt eines Fernsprechapparats auf Grund magnetischer Eigenschaften vgl. zu p. 100.

93) p. 429. Über die verschiedenen Erklärungsversuche der magnetischen Erscheinungen lese man bei Gilbert das 2. Kapitel des 3. Buches (p. 60 ss.). Durch besondere Originalität zeichnet sich die Theorie Portas aus; er erklärt den Magneten für ein Gemisch von Stein und Eisen, die in ewigem Kriege liegen; da der Stein das Übergewicht hat, so ruft das Eisen stammverwandte Hilfstruppen herbei, daher die Anziehung des Eisens. — Die Erklärung durch Sympathie thut Gilbert ganz kurz ab: *Alii sympathiam invenerunt causam. Sed compassio licet esset, non tamen compassio causa est. Non enim efficiens causa passio ulla recte dici potest* (p. 63 f.).

94) p. 430. Dafs die Entdeckung der Inklination fälschlich von Galilei Gilbert zugeschrieben wird, ist oben bereits bemerkt worden (zu p. 422).

95) p. 430. Gilbert hatte zur Erklärung der Erdrotation angenommen, dafs eine schwebende Magnetkugel in Drehung geraten könne (Gilbert, *De Magnete* lib. VI, cap. IV); diese irrige Ansicht fand bei den Physikern der Folgezeit vielen Anklang, Galilei widerspricht ihr mit Recht (p. 432 f.).

96) p. 431. Die Ollapotrida oder Oliopotrida, wörtlich „fauliger Topf" (= *pot pourri*), bekanntes, ursprünglich spanisches Nationalgericht, das aus Schweine- und Hammelfleisch, Brot, Knoblauch, Zwiebeln, Gurken, Safran u. s. w. bereitet wird.

97) p. 433. Die sphärische Astronomie, gewöhnlich schlechtweg „Sphäre" genannt, wurde meist im Anschlufs an das Buch Sacroboscos vorgetragen. (Joannes de Sacrobosco, aus England stammend, starb als Professor

der Mathematik zu Paris um 1256). Die von Galilei gemeinte Stelle befindet sich im ersten Kapitel der *Sphaera mundi* und lautet: *Item cum aqua sit corpus homogeneum, totum cum partibus eiusdem erit rationis: sed partes aquae (sicut in guttulis et roribus herbarum accidit) rotundam naturaliter appetunt formam. Ergo et totum, cuius sunt partes.* Diese Begründung der Kugelgestalt, welche, *cum grano salis* verstanden, gar nicht so unrichtig ist, wurde aufser von Galilei auch von anderen, wie z. B. von Clavius (*Commentarius in Sphaeram* 3. Aufl. p. 115) als nicht stichhaltig betrachtet.

Vierter Tag.

1) p. 435. Das vierte Buch des Dialogs ist eine Umarbeitung und Erweiterung des am 8. Januar 1616 an den Kardinal Orsino übersendeten *Discorso sopra il flusso e reflusso del mare* (Op. II, 387—406); ja der ganze Dialog über die Weltsysteme ist, in seiner jetzigen Gestalt wenigstens, daraus hervorgegangen. In dem *Discorso* wird jedoch nur die Erklärung der täglichen Periode der Gezeiten gegeben; sei es, dafs Galilei 1616 in seinen Forschungen noch nicht weiter vorgedrungen war, sei es, dafs er dem Kardinal Orsino gegenüber sich eine Beschränkung auf das Allerhauptsächlichste auferlegen zu sollen glaubte. — Die von Galilei gegebene Erklärung der Gezeiten stützt sich auf die durch die Doppelbewegung der Erde bewirkte Ungleichförmigkeit, mit welcher sich ein Punkt der Erdoberfläche bewegt. Dieser Erklärungsversuch, der in seinen Grundzügen schon in den ersten Jahren von Galileis paduanischer Professur gegeben worden ist (s. Einl. p. XVII), ist im wesentlichen verfehlt und fand wohl auch nur in Galileis nächstem Freundeskreise nennenswerten Beifall. Vor allem lassen sich die thatsächlichen Erscheinungen nicht in volle Übereinstimmung mit seiner Ansicht bringen; diese Erfahrungsthatsachen waren Galilei eben nur unvollkommen bekannt, sonst würde er zweifellos selbst zur Erkenntnis von der Unhaltbarkeit seiner Theorie durchgedrungen sein. Insbesondere war er der Meinung, die Periode der Gezeiten hänge auch von Gestalt und Tiefe der Meere ab und sei nur zufällig im mittelländischen Meere eine etwa sechsstündige (p. 453). In Wahrheit ist — abgesehen von engbegrenzten Lokalitäten — die Dauer der Periode allenthalben dieselbe: innerhalb eines Zeitraumes von etwa 24 Stunden 50 Minuten treten zwei Maxima und zwei Minima des Wasserstandes auf. Galilei spricht durchweg von einer täglichen Periode, berücksichtigt aber nirgends die so auffällige und längst vor ihm bekannte tägliche Verspätung der Gezeiten um jenen Betrag von etwa 50 Minuten. Da nun diese tägliche Verspätung identisch mit der täglichen Verspätung der Mondkulmination ist, und da aufserdem bei Voll- und Neumond die Höhe der Gezeiten ein Maximum erreicht, so hat man von Alters her und zwar mit Recht die Gezeiten mit dem Monde in Zusammenhang gebracht, obgleich das Wesen der Sache erst von Newton erkannt wurde, nachdem Kepler bereits sehr richtige Andeutungen darüber gegeben hatte. Galilei verwirft die Ansicht von einem direkten Einfluls des Mondes auf irdische Bewegungs-

verhältnisse und betrachtet sie fast als abergläubisch. Damit steht nicht im Widerspruch, wenn er, um die halbmonatliche Gezeitenperiode zu erklären, einen indirekten scheinbaren Einfluſs des Mondes zuläſst, welchen er in sehr geistreicher Weise von seinem Standpunkte aus zu motivieren sucht (vgl. zu p. 473); sein Erklärungsversuch würde freilich statt der wirklich stattfindenden halbmonatlichen Periode eine monatliche zur Voraussetzung haben. — Die jährliche Periode, von der Galilei spricht, ist, wenn überhaupt zu konstatieren, von ganz nebensächlicher Bedeutung und muſs als eine von Wind und Wetter abhängige Erscheinung aufgefaſst werden. Überdies würde aus dem, was Galilei darüber sagt, folgen, daſs die Gezeiten um die Äquinoktien schwächer, um die Solstitien stärker auftreten; davon findet aber eher das Gegenteil statt.

So leicht es danach ist, die Theorie Galileis an der Hand der Thatsachen zu widerlegen, so schwer dürfte es sein, einen Fehler in den Schlüssen nachzuweisen, die er aus der doppelten Erdbewegung zieht. Auch ist dies trotz des allgemeinen Verdammungsurteils, das über seine Theorie gefällt wird, in eingehender Weise niemals geschehen. Ich halte es für sehr wohl möglich, daſs die von Galilei aufgestellte Theorie in der Hauptsache nicht unrichtig ist, daſs aber die Erscheinungen, die ihr zufolge eintreten müſsten, zu geringfügig sind, um neben der Mondflut bemerkt zu werden. Da das Phänomen der Gezeiten noch keineswegs vollständig in seinen höchst komplizierten Details erforscht ist, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daſs die galileische Ansicht zur Aufklärung sekundärer Fluterscheinungen mit herangezogen werden kann. Um die quantitativen Verhältnisse würdigen zu können, welche auf Grund dieser Anschauungsweise eintreten würden, bedürfte es vor allem einer mathematischen Behandlung der Sache, die freilich groſse Schwierigkeiten bietet. — Nur wenig verschieden von dem galileischen Gedanken würde die Vorstellung sein, daſs die Verminderung der Schwere durch die Centrifugalkraft, wie sie bekanntlich thatsächlich stattfindet, gröſser ist auf der der Sonne abgewendeten Seite der Erde, geringer hingegen auf der der Sonne zugekehrten, weil noch die Centrifugalkraft in Rechnung zu ziehen ist, welche durch die jährliche Bewegung der Erde verursacht wird.

2) p. 436. Während im gröſsten Teile des mittelländischen Meeres die Flut sehr unbedeutend ist, steigt sie nach Galilei in Venedig auf „5—6 Fuſs“ (vgl. p. 453), d. h. da wahrscheinlich bei G. $1\frac{1}{2}$ Fuſs = 1 Elle zu setzen ist, auf 3—4 Ellen oder $1\frac{1}{2}$—2 Meter, was freilich mit den Thatsachen schlecht übereinstimmt; ihr wahrer Betrag ist vielmehr kaum 1 Meter. Galilei interessierte sich auch nach Veröffentlichung des Dialogs lebhaft für die Flutphänomene in Venedig, er bittet z. B. seinen Freund Fulgenzio Micanzio um Auskunft über mancherlei Einzelheiten in einem Briefe vom 30. Januar 1637 (Op. VII, 145). — Auf die Reise Sagredos nach Aleppo (1608—1611) in seiner Eigenschaft als venetianischer Konsul wird im Dialog wiederholt angespielt. (Vgl. p. 180. 265. 461.)

3) p. 439. Der geistliche Würdenträger, der, wie man aus dem Texte ersieht, eine gar nicht übele Erklärung von Ebbe und Flut gab, ist der durch seine Lebensschicksale berühmte Erzbischof von Spalatro, Marc' Antonio de Dominis; seine auf diesen Gegenstand bezügliche Schrift führt den Titel *Euripus sive sententia de fluxu et refluxu maris* (Romae 1624).

Seine Erklärung ist im wesentlichen identisch mit der von Stevinus gegebenen; namentlich wird bei beiden auch dem dem Monde diametral gegenüberliegenden Punkt anziehende (bei Stevinus auch eventuell abstofsende) Kraft auf das Wasser zuerkannt (*Les Oeuvres Mathématiques De Simon Stevin de Bruges.* Leyden 1634. T. II, 177—183). — Die Meinung, wonach Ebbe und Flut der Mondwärme ihr Dasein verdankten, wurde, wie aus der Postille hervorgeht, hauptsächlich von Girolamo Borro vertreten. Er war zur Zeit, wo Galilei studierte, Professor der Medizin und Philosophie zu Pisa, wo er sich durch seine atheistischen Lehren (*„supra octavam sphaeram nihil est"*) die Verfolgung der Inquisition zuzog. Schon in einer der frühesten Schriften Galileis, in den *Sermones de motu gravium*, wird seiner Erwähnung gethan. Wie Herr Favaro mir mitteilte, legte Borro seine Ansicht über die Gezeiten nieder in der Schrift: *Del flusso et reflusso del mare et dell' inondatione del Nilo (Fiorenza appresso Giorgio Marescotto).* Vgl. insbesondere p. 122—144 daselbst.

4) p. 440. Vgl. Pseudo-Arist. *Quaest. mech.* cap. I, 847, a, 11. *Θαυμάζεται τῶν μὲν κατὰ φύσιν συμβαινόντων, ὅσων ἀγνοεῖται τὸ αἴτιον.* — Die Zurückführung von Ebbe und Flut auf ein Wunder war vom Papst Urban VIII. bei seinen Gesprächen mit Galilei als die wahre Erklärung angesehen worden; darum geht Galilei nicht ohne weiteres über diesen Verzicht auf eine Erklärung zur Tagesordnung über, wie es in ähnlichen Fällen selbst die frommsten und orthodoxesten Autoren zu thun pflegten. Freilich mochte Urban eine viel weiter gehende Berücksichtigung seiner Winke erwartet haben; Stellen wie diese und wie die am Schlusse des Dialogs befriedigten seine Eitelkeit ganz und gar nicht. Und doch hatte Galilei sein Möglichstes gethan, um einer so wenig diskutabeln Ansicht einigermafsen gerecht zu werden. Die Ironie, die ein moderner Leser vielleicht in diesen Stellen vermuten möchte, ist sicher nicht beabsichtigt. So ernsthaft man freilich über Dinge, an die man nicht glaubt, mag reden wollen, es wird eine Satire daraus.

5) p. 442. Aus dem Vergleich dieser Stelle mit p. 453 ergiebt sich, dafs 10 Spannen (*palmi*) etwa gleich 5 Fufs (*piedi*), oder 1 Fufs gleich 2 Spannen sein mufs. Dies steht allerdings in Widerspruch mit anderen Angaben aus jener Zeit; so heifst es in der Übersicht der Längenmafse bei Clavius (*In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentarius.* 3. Aufl. Rom 1585. p. 209): *Pes continet palmos 4 vel digitos 16.* Doch sind die Mafse dort überhaupt nicht identisch mit den bei Galilei vorkommenden. Es scheint vielmehr der *pes* bei Clavius zwar mit dem *piè* bei Galilei annähernd übereinzustimmen, nicht aber der *palmus* bei jenem und der *palmo* bei diesem.

6) p. 442. Unter *Lido* (oder *Lio*) im weiteren Sinne wird die lange schmale Dünenkette (die Nehrung) verstanden, welche die venetianischen Lagunen (das Haff) vom adriatischen Meere trennt. Vier Einfahrten führen aus dem offenen Meere in die Lagunen; die beiden wichtigsten sind der Porto di Lido (im engeren Sinne) und der Porto di Malamocco.

7) p. 442. Ebbe und Flut wurden als ein Atmen der Erde aufgefafst von Apollonius v Tyana, dem bekannten neupythagoreischen Philosophen, der zur Zeit Neros lebte.

8) p. 444. Fusina liegt südwestlich von Venedig in der sogenannten Laguna morta, wo der Canale di Brenta in die Laguna viva ausmündet. Das Wasser der Brenta wird auch jetzt noch in einer Wasserleitung der Stadt Venedig als Trinkwasser zugeführt. — *Lizza* bedeutet eigentlich Schlagbaum.

9) p. 448. Galilei untersucht hier die Abhängigkeit der Schwingungsdauer einer sogenannten stehenden oder stationären Welle von der Länge und Tiefe des Gefäfses. Die Formel, welche diese Abhängigkeit für den Fall ausspricht, dafs die Länge gegenüber der Tiefe sehr beträchtlich ist, lautet $t = \frac{l}{\sqrt{gh}}$, wo t die Schwingungsdauer, l die Länge, h die Höhe des Gefäfses, g die Beschleunigungskonstante der Schwere bedeutet. — Die Anwendung der Lehre von den stehenden Wellen auf die Niveauveränderungen gröfserer Wasserbecken ist sehr bemerkenswert. In neuerer Zeit ist man wieder auf denselben Erklärungsversuch zurückgekommen: so fafst Forel die *„seiches“* der Schweizerseen, insbesondere des Genfer Sees, gleichfalls als stehende Wellen auf.

10) p. 449. Obgleich hier die künstliche Nachahmung dieses Umstandes als unmöglich bezeichnet wird, behauptet Galilei weiter unten (p. 451) im Widerspruch damit, einen Apparat erfunden zu haben, der dies leistet. In dem *Discorso sopra il flusso e reflusso del Mare* (Op. II, 395) drückte er sich korrekter aus, indem er nur die Schwierigkeit, nicht aber die Unmöglichkeit eines solchen Apparates betont. Vgl. die folgende Anm.

11) p. 451. Es bleibt zweifelhaft, ob Galilei einen solchen Apparat wirklich ausgeführt hat oder nur an einen gezeichneten Entwurf denkt; von Versuchen, die er damit angestellt hätte, ist nichts bekannt. In dem *Discorso sopra il flusso e reflusso del Mare* (Op. II, 397) sagt er mit denselben Worten wie hier: *io ho la costruzione di una macchina* und verspricht nähere Angaben künftig zu machen (*e a suo tempo la dichiarerò*).

12) p. 453. Selbstverständlich ist diese Erzählung von dem Selbstmorde des Aristoteles nur eine Fabel, die von Galilei selbst als solche betrachtet wird (vgl. p. 467); sie beruht auf dem Berichte des Elias Cretensis (p. 507, D Col.). — Die hier erwähnten Strömungen in der Meerenge des Euripus, welche Euböa von dem griechischen Festlande trennt, sind übrigens in der That höchst eigentümlich, und ihre Erklärung macht auch heute noch Schwierigkeiten. Während sich nämlich den gröfsten Teil des Monats die gewöhnlichen Fluterscheinungen dort abspielen, findet vom 9. bis 13. und vom 21. bis 26. jedes Monats, also um die Zeit der Quadraturen, 12—14 mal des Tags ein Wechsel von Ebbe und Flut statt. Forel fafst auch diese Erscheinungen als eine Wirkung der *„seiches“* im Golfe von Talanti auf (vgl. oben zu p. 448).

13) p. 454. Die geographischen Anschauungen Galileis sind hier nicht korrekt. San Lorenzo ist Madagaskar; inwiefern nun durch den Kanal von Mozambique die Gewässer des indischen und des „äthiopischen“ Meeres mit einander zusammenhängen sollen, ist umsoweniger verständlich, als dieses nämliche äthiopische Meer durch die Magelhaensstrafse mit der Südsee (*Oceano del Sud*) in Verbindung stehen soll. Es scheint, dafs sich Galilei die Lage Madagaskars südlich von Afrika gedacht hat und unter dem äthiopischen Meere den südlichen Teil des atlantischen Oceans versteht.

14) p. 459. Es sind die Passatwinde, von denen Galilei spricht. Die von ihm gegebene Erklärung ist ziemlich ähnlich der heutzutage als richtig betrachteten. Gegenwärtig nimmt man an, dafs eine kalte Luftströmung von den Polen nach dem Äquator hin stattfindet, dafs in geringeren Breiten die Luft sich nicht sofort der dort herrschenden Rotationsgeschwindigkeit der Erde anbequemt, sondern bis zu gewissem Grade die geringere Geschwindigkeit der höheren Breiten beibehält und dadurch scheinbar nach Westen abgelenkt wird. Die letzten Spuren der Passatwinde auf der nördlichen Erdhemisphäre machen sich während des Sommers bis etwa zum 39. Breitengrad fühlbar, so dafs die nachherigen Bemerkungen Sagredos über das Vorherrschen der Ostwinde auch auf dem mittelländischen Meere auf einer völlig richtigen Beobachtung beruhen.

15) p. 461. Der bisherige Inhalt des vierten Tages ist im wesentlichen schon in dem *Discorso sopra il flusso e reflusso del mare* enthalten, nur dafs dort blofs die tägliche Periode erwähnt wird; das folgende hingegen ist neu hinzugekommen.

16) p. 462. Diese Ansicht des Aristoteles und seiner Schule ist mehrfach im Dialog erwähnt worden. Vgl. p. 125. 148.

17) p. 462. Die von Simplicio hier ausgesprochene Ansicht ist im wesentlichen diejenige Bacons (vgl. dessen Abhandlung *De fluxu et refluxu maris* in *Works of Francis Bacon.* London 1765. Vol. V. p. 90 ff.). Nur läfst dieser nicht geradezu die elementare Sphäre von der Mondsphäre fortreifsen; er hält vielmehr den Trieb der ost-westlichen Bewegung für eine das ganze Weltall beherrschende Erscheinung, die um so schwächer hervortritt, je mehr man sich dem Mittelpunkte des Weltalls, der Erde, nähert. Er fügt hinzu, dafs, wenn das Festland der Erde eine grofse Insel wäre, die Gezeitenperiode halbtägig sein müfste; da es aber im wesentlichen aus zwei grofsen Kontinenten bestehe, so werde dadurch eine etwa vierteltägige Periode bewirkt. — Es ist sehr wahrscheinlich, dafs Galilei hier ausdrücklich Bacons Ansicht zur Diskussion stellen und bekämpfen wollte; sie war ihm durch einen Mr. Richard White bekannt geworden, wie aus einem bei Libri (*Histoire des sciences mathématiques en Italie* IV, 466) veröffentlichten Briefe von Tobie Matthew an Bacon aus dem Jahre 1619 hervorgeht. Daher ist denn auch die vorliegende Stelle in dem aus dem Jahre 1616 stammenden *Discorso sopra il flusso e reflusso del mare* noch nicht enthalten; sie scheint vielmehr aus der Umarbeitung einer in jenem Briefe erwähnten Entgegnung Galileis auf die Baconsche Theorie hervorgegangen zu sein.

18) p. 463. Nach orthodox-aristotelischer Lehre waren die vier Elemente in der Reihenfolge Erde, Wasser, Luft und Feuer kugelförmig jedes um das vorangehende geschichtet. Dies wurde wenigstens als die ideale Lage betrachtet, wenn man auch thatsächliche Abweichungen in der Lagerung, gewissermafsen Störungen des Gleichgewichts, zugab; diese Störungen hatten dann zur Folge, dafs die am unrichtigen Orte befindlichen Elemente sich nach dem normalen Orte hinbewegten. Die Richtigkeit der Annahme einer feurigen Sphäre ist aber schon vor Galilei vielfach geleugnet worden, so insbesondere von Paracelsus und Cardanus, die überhaupt dem Feuer die elementare Natur absprachen.

19) p. 463. „Goldwäger" = *Saggiatore.* S. Op. IV, 306 ff.

20) p. 464. Aus der täglichen Erdrotation allein versuchte z. B. Seleucus aus Seleucea in Babylonien (um 150 v. Chr.) Ebbe und Flut zu erklären. Vgl. Plut. Plac. phil. III, 17, 5. Ähnliche Ansichten hatten, wie es scheint, Cerigario und Cesalpino. S. Op. VI, 378. Vgl. auch zu p. 482.

21) p. 465. Galilei weist hier und sonst jede unmittelbare Einwirkung von Sonne und Mond auf Bewegungsverhältnisse der Erde mit einer gewissen Leidenschaftlichkeit zurück. Er ist eben der Hauptvertreter der Ansicht, wonach jede unanschauliche Wirkung, jede sogenannte *qualitas occulta*, alle Fernkräfte als absurd und unwissenschaftlich, fast als abergläubisch gelten. „Durch Aristoteles und seine Nachfolger war die Lehre von den natürlichen Eigenschaften der Körper stark diskreditiert worden; man hatte endlich eingesehen, dafs es jeden Fortschritt der Wissenschaft hindere, wenn man jede Erscheinung, die man nicht auf andere zurückzuführen vermochte, als eine Folge der natürlichen Eigenschaften der betreffenden Materie, als eine berechtigte Eigentümlichkeit derselben ansah und damit jede weitere Diskussion aufgab.“ (Rosenberger, Gesch. der Physik, 2. Teil, p. 237.) Newton brachte die Fernwirkungen wieder zu Ehren und erklärte denn auch mit ihrer Hilfe die Gezeiten. Doch bemüht man sich neuerdings teilweise mit Erfolg — was Newton selbst übrigens nicht für unmöglich ausgegeben hatte — die scheinbaren Fernwirkungen auf Nahewirkungen zurückzuführen, so dafs der galileische Standpunkt, wenn auch ganz abweichend von der Weise seines Urhebers, eine Art von Rehabilitation erfährt.

22) p. 467. Galilei war ein begeisterter Verehrer Ariosts; seinen Rasenden Roland wufste er fast auswendig. Er spielt hier auf die Scene an, wo Roland aus den sichersten Anzeichen entdeckt, dafs die von ihm geliebte Angelica ihr Liebesglück bei Medor gesucht und gefunden habe, sich aber in die Täuschung hineinreden will, dafs er sich geirrt habe (*Orl. fur.* XXIII, 114—117).

23) p. 468. Da nach den stark unrichtigen Annahmen, welche Galilei benutzt, die Sonnenentfernung 1208 Erdhalbmesser beträgt, so mufs er die jährliche Geschwindigkeit für $\frac{1208}{365}$ mal, oder für etwa 3 mal gröfser erklären als die tägliche Geschwindigkeit unter dem Äquator.

24) p. 470. Der im nachstehenden abermals (vgl. p. 245) hervorgehobene Isochronismus der Pendelschwingungen, den Galilei nach dem oft wiederholten Berichte Vivianis im Dome von Pisa an einer schwingenden Lampe entdeckt haben soll, ist bekanntlich nur annähernd, nicht streng richtig, wie übrigens Galilei selbst in der hier gegebenen Darstellung andeutet; die wahre Tautochrone, d. h. die Kurve, auf welcher die Dauer der Schwingungen eines schweren Körpers unabhängig von deren Amplitude ist, ist nicht der Kreis, sondern die Cycloide. Ebenso ist es nicht richtig, dafs das Fallen von einem Punkte A nach einem Punkte B auf vorgeschriebener Bahn am raschesten erfolgt, wenn diese vorgeschriebene Bahn ein Kreisbogen ist; auch die „Brachistochrone“ ist eine Cycloide. Hingegen ist streng richtig, dafs das Fallen längs sämtlicher Sehnen eines Kreises, welche im tiefsten Punkte desselben zusammentreffen, gleiche Zeit in Anspruch nimmt. In den *Discorsi* (Op. XIII, 181) findet sich der Beweis dafür; Galilei war schon frühzeitig, spätestens 1602, im Besitz dieser Ent-

deckung. Vgl. den Brief an den Marchese del Monte vom 29. November 1602 (Op. VI, 20).

25) p. 473. Der Vergleich eines um die Sonne kreisenden Planeten mit den Schwingungen eines Pendels ist ziemlich willkürlich und kann nicht, wie es Libri (*Hist. des sciences math.* IV, 290) anzudeuten scheint, als eine Vorahnung der allgemeinen Gravitation aufgefafst werden. Galilei vergleicht die Sonne mit dem Aufhängungspunkt des Pendels, Erde und Mond mit zwei an dem Pendelfaden hängenden Gewichten und gelangt so zu einer freilich wenig brauchbaren Störungstheorie. Er denkt sich die Erde in unveränderlicher Entfernung von der Sonne, den Mond hingegen in wechselnder Entfernung von dem Aufhängungspunkt, d. h. der Sonne; dadurch findet nach moderner Ausdrucksweise eine Verlegung des Schwingungsmittelpunktes statt, so dafs bei Vollmond sich die Erde langsamer, bei Neumond schneller bewegen müfste. Eine treffendere, aber gleichfalls unrichtige Analogie der faktischen Planetenbewegung mit Pendelschwingungen liefse sich in der Weise behaupten, dafs man ein sphärisches Pendel, am besten eins mit geringem Ablenkungswinkel, zum Vergleich heranzöge; ein solches beschreibt bekanntlich annähernd Ellipsen, die in speziellen Fällen auch Kreise sein können; die Erde würde dann mit dem schweren Körper, der Mittelpunkt der Ellipse mit der Sonne in Parallele zu stellen sein; die Bewegung des schweren Körpers um diesen Mittelpunkt erfolgt in diesem Falle ebenso, wie wenn jener frei wäre und von diesem mit einer der Entfernung proportionalen Kraft angezogen würde. — Die Folgerungen, die Galilei aus seinem Vergleiche zieht, sind — man mufs sagen zufällig — richtig. Der wahren Störungstheorie zufolge bewegt sich nämlich in erster Annäherung nicht die Erde selbst, sondern der Schwerpunkt von Erde und Mond in einer Ellipse um die Sonne, während gleichzeitig Mond und Erde um diesen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Dieses Kreisen findet nun in demselben Sinne statt, wie die Bewegung des Schwerpunkts um die Sonne, und daher kommt es, dafs in der That, wie auch aus der galileischen Anschauungsweise sich ergiebt, die Erde bei Vollmond eine Verzögerung, bei Neumond eine Beschleunigung erfährt. Es träte aber das gerade Gegenteil ein, wenn das Kreisen von Erde und Mond um den gemeinsamen Schwerpunkt in entgegengesetztem Sinne erfolgte wie die Bewegung des Schwerpunkts um die Sonne, während nach Galilei in diesem Falle die Bewegung der Erde in den Syzygien ganz dieselbe wie vorher bleiben würde. — Übrigens beträgt die ganze durch die Störung bewirkte scheinbare Verschiebung der Sonne, welche in den Quadraturen ihr Maximum erreicht, nur etwa 6″. In den Beobachtungen aus der Zeit Galileis konnte also kein Anhaltspunkt für seine Vermutung gegeben sein. Am auffallendsten aber sind die beiden nachstehenden Momente: einmal vernachlässigt Galilei die bei weitem bedeutendere, aus den keplerschen Gesetzen folgende Beschleunigung der Erde in der Sonnennähe, ihre Verzögerung in der Sonnenferne; sodann folgt zwar aus seiner Theorie in Übereinstimmung mit den Thatsachen, dafs die Gezeiten bei Vollmond intensiver sein müssen als gewöhnlich; hingegen ergiebt sich in Widerspruch mit der Erfahrung, dafs sie bei Neumond schwächer sein müfsten.

26) p. 476. Die beiden hauptsächlichsten, auf allen Universitäten damals gelesenen astronomischen Kollegien waren die „*Sphaera*“ und die

„*Theoricae planetarum*“. In dem letzteren wurden die speciellen Bewegungsverhältnisse jedes Planeten behandelt. Mit Ausnahme der Sonne nämlich liefs man jeden Planeten sich nicht in einem einfachen Kreise um die Erde drehen, sondern um einen Punkt kreisen, der seinerseits erst die Erde umkreist. Die Gröfsenverhältnisse des „deferierenden Kreises“ und des Epicyclus waren somit festzustellen, aufserdem noch, da man die Erde nicht im Centrum des Deferens annahm, die Lage des Centrums innerhalb desselben. — Wenn Galilei nachher die Theorie des Mars als besonders schwierig und als einen Hauptgegenstand der damaligen astronomischen Forschungen bezeichnet, so liegt darin wohl ein Hinweis auf Keplers berühmtes Hauptwerk *Astronomia nova αἰτιολόγητος seu Physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis* (Pragae 1609), in welchen auf Grund der Marsbeobachtungen die beiden ersten der drei sogenannten keplerschen Gesetze aufgestellt werden. Die Art, wie Galilei von diesen unvergleichlichen Leistungen seines ihm befreundeten Zeitgenossen spricht oder vielmehr nicht spricht, beweist, dafs er sie nicht in ihrer vollen Bedeutung würdigte.

27) **p. 478.** Der hier aufgestellte Satz und seine Begründung ist zwar, wenn man den Standpunkt Galileis im Princip acceptiert, richtig; es würde sich aber daraus ergeben, dafs die Intensität der Gezeiten um die Solstitien gröfser, um die Äquinoktien kleiner ist als sonst. Die damals herrschende und nicht ganz unbegründete Ansicht war aber, dafs umgekehrt zur Zeit der Äquinoktien die Fluten die höchsten Beträge erreichen, wie es z. B. Bacon in seiner oben (zu p. 462) erwähnten Abhandlung ausspricht. Galilei vermeidet merkwürdigerweise bei Besprechung der monatlichen und jährlichen Periode jeden näheren Vergleich seiner Theorie mit der Erfahrung.

28) **p. 482.** Wie aus der Postille hervorgeht, ist Seleucus gemeint (vgl. zu p. 464), dessen eigentümlicher Erklärungsversuch von Ebbe und Flut durch Plutarch überliefert worden ist. S. Plut. Plac. phil. III, 17, 5: *Σέλευκος ὁ μαθηματικός, κινῶν καὶ οὗτος τὴν γῆν, ἀντικόπτειν αὐτῆς τῇ δίνῃ φησὶ τὴν περιστροφὴν τῆς σελήνης· τοῦ δὲ μεταξὺ ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων ἀντιπεριοσπωμένου πνεύματος καὶ ἐμπίπτοντος εἰς τὸ Ἀτλαντικὸν πέλαγος, κατὰ λόγον αὐτῷ συγκυκᾶσθαι τὴν θάλασσαν.*

29) **p. 483.** Es ist auffällig, dafs im Dialog von Keplers wissenschaftlichen Ansichten ausdrücklich nur zweimal die Rede ist, einmal wo es sich um eine verhältnismäfsig unbedeutende Sache, nämlich um die Polemik Chiaramontis gegen ihn (p. 232, 285, 298), handelt, und an vorliegender Stelle, wo seine Meinung sehr mit Unrecht als gänzlich verfehlt hingestellt wird. Die Sätze, welche Kepler über die allgemeine Schwere und das damit zusammenhängende Flutphänomen in der Einleitung zu der *Astronomia nova* ausspricht, sind im Gegenteil ein Zeugnis für die Tiefe seines Blicks. Ganz abgesehen von seinen anderen Leistungen ist er allein schon um deswillen als ein Vorläufer Newtons anzusehen. Auch werden diese in der Einleitung ausgesprochenen Gedanken nicht von den Einwänden getroffen, die Whewell dagegen erhebt (*History of the inductive sciences* 3. Aufl. London 1857. Vol. II. p. 100 ff.); diese richten sich vielmehr gegen anderweitige phantastischere, doch aber mit vieler Wahrheit

durchsetzte Ansichten Keplers, welche er im 34. Kapitel der *Astronomia nova* auseinandersetzt.

30) **p. 483.** Cesare Marsili hatte am 17. März 1631 aus Bologna eine Abhandlung an Galilei geschickt, worin er behauptete, eine Veränderung des Meridians der Kirche S. Petronio in Bologna beobachtet zu haben. Auf dem Boden der Kirche war nämlich die Meridianrichtung eingegraben, wie sie es auch jetzt noch ist; doch rührt das jetzige Meridianzeichen erst von Gian Domenico Cassini (1653) her. Die schwerlich richtigen und für die Erdbewegung wenig beweisenden Beobachtungen Marsilis ergaben eine Abweichung der Meridianrichtung von dem früheren Meridianzeichen; in der allerneuesten Zeit will man allerdings ähnliche, aber ganz minimale, für die Meßinstrumente des 17. Jahrhunderts unwahrnehmbare Schwankungen des Meridians und der geographischen Breite eines Ortes bemerkt haben.

31) **p. 485.** Über diese vielbesprochene Schlußstelle des Dialogs, die auf die Äußerungen des Papstes Urban VIII. anspielt, vgl. Einl. p. LXV und zu p. 440.

Berichtigung.

Seite 93 Z. 2 v. o. lies Wolken- und Feuersäule statt Wolkensäule.

NAMEN- UND SACHREGISTER.

Namen- und Sachregister.

Die mit * bezeichneten Ziffern weisen darauf hin, dafs das Stichwort sich vorzugsweise oder ausschliefslich auf die Anmerkung zu der entsprechenden Seite bezieht.

A.

Abergläubische Meinungen. Einflufs des Mondes auf Schnecken 247. Die wilde Jagd (*tregenda*) 419.
Abila (und Calpe) 52*.
Absolute Bewegung eines auf rotierender Erde fallenden Körpers 35*. 36. 171 ff.
Accademia dei Lincei 21*. 58*. s. Akademiker.
Accidentien lassen auf das Wesen der Dinge schliefsen 422.
Adler, fliegender, der einen Stein fallen läfst 150.
Ägäisches Meer 456. 458.
Ägypten 122.
Ärzte 112.
Äther (= Himmelsstoff) 9*. 17 ff. 40 ff.
Äthiopisches Meer 454.
Akademiker, der (oder „unser gemeinsamer Freund" = Galilei) 21*. 28*. 31. 58*. 69*. 75*. 172. 235. 265. 294. 361. 377. 424. 472.
Aktäon 123. 429.
Alabaster 420.
Albategnius 377*.
Alchymisten 115.
Aleppo (Haleb) 121. 180.
Alexander von Aphrodisias 73*. 117.
Alexandrette (= Iskanderun) im türkischen Vilajet Haleb 180.
Alfergani (Alphraganus) 377*.
Alhazen 96*.
Allmacht Gottes 109.
Allwissenheit Gottes 109.
Alter, hohes, das manche Tiere und Pflanzen erreichen 42.
Amerika 51. 104. 122.
Anakoluth im italienischen Original 46*. 372.
Analytische Methode 54.
Anatomische Zergliederungen 112. 234.
Anatomisches: Nervenursprung 113. Beschaffenheit und Zweck der Gelenke 273.
Ancona 440. 442.
Angelo de Filiis 58*.
Anthropocentrischer Standpunkt verworfen 64. 384. 421.
Antichthonen 69*.
Antipathie und Sympathie 429.
Antipoden 345.
Antitycho (Werk von Chiaramonti) 55* ff. 261.
Antrieb (*impeto*) in der Bedeutung von „lebendiger Kraft" 23 ff.
Apelles (Pseudonym Scheiners) 58*. 362.
Apollonius von Perga 360.
Apollonius von Tyana 442*.
Apparat zur Demonstration der Fluterscheinungen 451.
Archimedes 173. 217. 405.
Architektur 110.
Archytas 108*.
Ariosts rasender Roland 467.
Aristarch 290. 333. 349.
Aristoteles. Seine Schrift de coelo 9 ff. Beweise für die Dreidimensionalität 10* ff. Strenge Beweise in den Naturwissenschaften nicht erforderlich 14*. Unterscheidung von himmlischer und elementarer Substanz 9*. 19. Definition der Natur 15*. 16. 34. 136. Einfache Bewegungen und einfache Körper 15 ff. Kreisbewegung vollkommener als geradlinige 19. Die Natur unternimmt nichts Vergebliches 20*. 34. 64. Sinnlichen Wahrnehmungen ist mehr zu trauen als blofsen Spekulationen 34*. 49. 54. 59. Die Teile zeigen dasselbe Verhalten wie das Ganze 35*. 51. 445. Natürliche Bewegung der Elemente 35. Gewaltsame Bewegungen sind nicht von Dauer 34*. 49. Seine Verdienste um die Logik 37. 137. Herleitung der Ätherei genschaften 40* f. Erzeugung und Zerstörung bedingt durch das Vorhandensein von Gegensätzen 40 ff. 90. Auf Grund der neuen Entdeckungen würde Ar. seine Meinungen än-

dern 54. Die Ergebnisse seiner apriorischen Schlüsse sind in Wahrheit a posteriori gefunden 54. Die Kometen sind nach ihm sublunarisch 55. Über astronomische Dinge kann nicht mit voller Entschiedenheit gehandelt werden 59. Undurchdringlichkeit des Himmels 55. 73*. Ar. der Schutzherr aller Wissenschaft 55. 60. Definition der Dunkelheit 86. Die Erde wirkt nicht auf die Himmelskörper ein 101. Seine unberechtigte Autorität 111 ff. Seine angebliche Kenntnis des Fernrohrs 114. Seine Verunstaltung der Lehre von der relativen Bewegung 121. Kreisbewegungen sind nach ihm nie einander entgegengesetzt 41. 123. Gründe gegen die Erdbewegung 130 ff. 396. Erklärung der Beharrung bei gewaltsamer Bewegung 157. Seine mechanischen Probleme 166. 440. Ar. geht nicht auf fachmännische Einzelheiten ein 172. Der obere Teil der Elementarsphäre macht die tägliche Rotation mit 125. 148. Schülerhafter Schnitzer desselben 199. Seine Widerlegung Platos bezüglich des Wesens der Erkenntnis 202. Die Fallgeschwindigkeit proportional dem Gewichte nach Aristoteles 214*. 237. Tadelt Plato wegen zu grofser Vorliebe für die Mathematik 215. 415. Mischung geradliniger und kreisförmiger Bewegung 148. 278. *In puncto regressus mediat quies* 293. Beweise für die Endlichkeit der Welt 334. Er gesteht dem Erdkern gröfsere Festigkeit zu 421. Mathematik und reale Verhältnisse 215*. 219. Sein angeblicher Selbstmord 453. 467. Er kennt noch nicht die Details der Planetenbewegungen 475. Welchen Text G. benutzt hat 143*.

Arithmetische Operationen 238*. 312*.

Armierung eines Magneten 424.

Armillarsphäre 364. 405.

Aschgraues oder sekundäres Licht des Mondes 71* ff. 95 ff. Dass. ist heller vor als nach Neumond 103 f.

Aspekte 66*. 337.

Astrologie 115.

Astronomische Fragen, noch ungelöste 475.

Atmosphäre, ihre Bewegung nach Ansicht der Peripatetiker 125. 148. 458 ff. nach Ans. des Kopernikus 149. 458 ff.

Atomistische Hypothese zur Erklärung stofflicher Veränderungen 42 f.

Ausdehnungen s. Dimensionen.

Ausland, Rücksicht auf die Meinung desselben 4 f. 294.

Autoren und Publikum, s. litterarische Zustände.

Autoritätsglaube, Polemik dagegen 112 ff. 137. 166. 418.

Axiome: wer die A. bestreitet, gegen den ist keine Diskussion möglich 36. A., welchen angeblich die Erdbewegung widerstrebt 271.

B.

Bacon, Sir Francis 462*.

Balearen 438.

Baukunst 110.

Baumwolle 158.

Beharrung 30*. Erklärung derselben bei gewaltsamen Bewegungen nach Aristoteles 157 ff. Beharrung auch in schiefer Richtung 184*.

Beharrungsgesetz von Gal. noch nicht in vollkommener Allgemeinheit erkannt 20*. 30*. 154 f. 189*. Fortgeschrittenste Erkenntnis desselben bei Gal. 184*. 202.

Bellosguardo 405*.

Benedetti 157*. 205*.

Bernstein 74.

Berührung zwischen elementaren und Himmelskörpern 45*. 73. Mathematische und physische Berührung 215. Einpunktige Berührung 220.

Beschleunigte Bewegung 21 ff. 235 ff.

Bewaldete Stellen, dunkeles Aussehen derselben 104.

Bewegung. Geradlinige und kreisförmige B. 15 ff. Relative B. 119 ff. 263. 391. Entgegengesetzte Bewegungen 40. 123. 293. Gewaltsame und natürliche B. 130. 148. Kritik dieser Unterscheidung 250 f. 287. Zusammensetzung von Bewegungen 173. 185. 431. B. der Tiere 273. B. und Ruhe, ihre wichtige Rolle in der Natur 136. Bewegung mufs ein Subjekt haben 126.

Bewegungsgröfse 228*.

Bildhauer und Bildhauerkunst 108. 110. 116.

Blattgold (zum Nachweis von Luftströmungen) 159. Anwendung dess. bei magnetischen Versuchen 425.

Bologna 483.

Borro, Girolamo 439.

Bosporus, Strömungen daselbst 456.

Bovoli (venetianisches Wort für Weinbergsschnecke, *Helix pomatia*) 247.

Brachistochrone 470*.

Brahe, Tycho de 55*. 71*. 125*. 131. 186. 232. 261. 298*. 374 ff. 379. 389. 405.

Brechung des Lichtes 329. Br. im Auge 378.

Briefe über die Sonnenflecken 58*. 351. 362.

Brunnenschacht; im tiefen B. sieht man die Sterne bei Tag 114. Sichtbarkeitsdauer eines Sternes vor einem B. 344. 346 ff.
Bruno, Giordano 39*. 334*.
Buchstabenschrift 98. 110.
Buonarruoti, Michelangelo 108. 110.
Burano 266.
Busch, Georg (Maler und astronomischer Dilettant aus Erfurt) 298.

C.

Calabrien 454.
Calpe 52.
Camerarius 298.
Candia 121. 438.
Cardanus 463*.
Cassini 483*.
Cavalieri 394*.
Cecco de' Ronchitti 294*.
celatone = testiera 265*.
Cellini, Benvenuto 83*.
Centrifugalkraft 138. 199 ff. 206*. 224*.
Cerigario 464*.
Cesalpino 464*.
Chalcedon 421.
Chamäleon (als Beispiel eines trägen Tieres) 288.
Charybdis 438. 456.
Chiaramonti (Verfasser des Antitycho und des Buches über die neuen Sterne) 55* ff. 232. 261 ff. 293 ff. Mit einer gewissen Achtung behandelt 271. 277. 294.
China 51.
chiose (Bleischeiben zum Spielen) 168*.
Citate aus unbekannten Autoren 56. 78. 82. 458.
Clavius 10*. 377. 442*.
Clemens de Clementibus (Clemente de' Clementi) 183*.
Colombe, Lodovico delle 90*.
Corfu 121. 442.
Corsica 438.
Cotunio, Giovanni 151*.
Cremonini 45*. 46. 73*. Anspielung auf ihn vielleicht 419.
Cycloiden 261*. 470*.
Cylindrische Schraubenlinie 16.
Cypern 121.

D.

Dämonen, sokratische 165
Deferierender Kreis 69*. 476*.
Definition; Verhältnis der D. zu den aus ihr gezogenen Schlüssen 109.
Deklinationsbewegung der Erde 371*. 396. 416 ff. 429.
Diamant 63. 83.
Diana 115.
Dicht und dünn 45*. 46.
Dichtkunst 110.
Dilemma 135.
Dimensionen; Beweis, dafs es nur drei D. giebt 12 ff.
Diopter 405.
Discorsi, Verweise darauf 21*. 23*. 28*. 30*. 109*. 128*. 172*. 211*. 394*. 470*. 487*.
Disputationen, öffentliche 41. 74. 484.
Divisionsverfahren bei Galilei 312*.
Dominis, Marc' Antonio de 439*.
Drachen (dragone) = Mondbahn 69*. 70.
Dramatische Begabung Galileis 80. 291*.
Dreizahl bei den Pythagoreern 10.
Dunkelheit der Erde 50 ff. D. glatter Flächen 75 ff. Ihre Definition nach Aristoteles 86*.

E.

Ebbe und Flut 435—485. Galileis Theorie beweist, dafs er von der Unzulänglichkeit des rein kinematischen Standpunktes in der Frage der Weltsysteme überzeugt war 121*. Zwischen Ebbe und Flut keine Pause 292.
Edelsteine, ihr eingebildeter Wert 63. Sonstige Eigenschaften 74. 91.
Ehrgeiz des Entdeckers 224. 489.
Einfache Bewegungen 15 ff.
Einfache Körper 15 ff.
Eisen, Stetigkeit und Glanz dess. 428.
Ekliptik und Erdbahn (orbis magnus) bei strengem Sprachgebrauch von einander verschieden 376*. Beobachtungen Galileis über Veränderungen ihrer Schiefe 405*.
Elba 433.
Elementare Substanz im Gegensatz zur himmlischen 9. 15 u. ö.
Elementarsphäre s. Atmosphäre und Feuer.
Elemente, ihre natürliche Bewegung 34 f.
Elle 23. 100*. 191.
Encyclopädie (von Clemens de Clementibus) 183*.
Endlichkeit der Welt, Zweifel daran 39*. 334.
Endymion 115.
Entdecker und Erfinder 425.
Entdeckungen und Erfindungen, unberechtigte Aneignung von solchen 98. Staunenswerte E. des Menschengeistes 110.
Entstehen und Vergehen 40 ff. 50 ff. 64. Entst. u. Verg. ganzer Himmelskörper findet nicht statt 53.

Epicykeln 69*. 357. 475. 476*.
Epicyklische Bewegung 69.
Episodische Kompositionsweise des Dialogs 170.
Erdachse, unveränderliche Neigung der E. 410. 412. 417. 429.
Erdbewegung, „dritte“, s. Deklinationsbewegung der Erde.
Erde, ein Himmelskörper nach Kopernikus 9; unzerstörbar als Ganzes 49. 64; ihre Veränderlichkeit ein Vorzug 62; Ähnlichkeit und Unähnlichkeit mit dem Monde 66 ff. Phasen der Erde vom Monde aus gesehen 67; sie vermag Licht zu reflektieren 92 ff.; wirkt auch auf die Himmelskörper 101. E. bewegt sich nicht erst, seit Pythagoras gelehrt hat, dafs sie sich bewegt 199. E. ein Magnet 418 ff. Verschiedene Bedeutung des Wortes E. 421.
Erdkern 419. 421.
Erhaltung der Kraft 24.
Erkenntnis, verschiedene Arten der E. 107 f.
Erkenntnistheoretische Ansichten Galileis 279. 388*. 480. Vgl. Unbewufstes Wissen.
Ermesintaft 104.
Essigfliegen 42*.
Euklid 218.
Euripus, Strömungen daselbst 453*.

F.

Fabricius, Johannes, der Entdecker der Sonnenflecken 361*.
Falkeniere 273.
Fall; lotrechter F. als vermeintlicher Beweis gegen die Bewegung der Erde 131 ff. Widerlegung 145 ff. Absolute Bewegung eines auf rotierender Erde fallenden Körpers 171 ff. F. in einem die Erde durchbohrenden Schachte 142. 242. 251. Östliche Abweichung beim F. 248*.
Fallbeschleunigung von G. zu gering angegeben 237.
Fallgeschwindigkeit längs schiefer Ebenen 25 ff. 29. F. proportional der Fallzeit 211. F. nicht proportional dem Gewichte 214. 237. Beziehung zwischen F. und durchfallener Strecke 29. 240.
Fallgesetze 25 ff. 235 ff.
Fallursache uns unbekannt 249.
Fallzeit blofs von der Fallhöhe abhängig 162. F. eines von der Mondsphäre bis zum Erdmittelpunkt fallenden Körpers 232 ff.
Feder, relative und absolute Bewegung einer Schreibf. 180 f.
Fehler bei astronomischen Beobachtungen 305. 405.
Fernrohr 55. 56. 59. 67. 70. 81. 114 u. ö. Gebrauch des F. auf Schiffen 265 ff. „Vorspiegelungen“ der Fernrohrlinsen 56. 278. 351.
Feuchte Stellen sehen dunkler aus als trockene 103. 104.
Feuersphäre, ihre Existenz bezweifelt 463.
Feuersäule, die vor den Kindern Israel herschwebte 93.
Finsternisse 72. 75.
Firmament (= Fixsternsphäre) 297 u. ö.
Fixsterne, Parallaxe der F. 144. 393 ff. 483. Verteilung der F. im Weltall 340. Scheinbare Gröfse und Entfernung 374 ff. Neue mit Hilfe des Fernrohrs sichtbar gewordene 385. Methode zur Bestimmung ihrer scheinbaren Gröfse 378 ff.
Fixsternsphäre 124 ff.
Flittergold (zur Konstatierung von Luftzug dienend) 159.
Fragen, unerledigt bleibende, deren Lösung auf ein anderes Mal verschoben wird 43. 172. 202. 236. 394. 472.
Frankreich 122.
„Freund, unser gemeinsamer“ (Galilei) s. Akademiker.
Fusina 444.
Fufs (piè) = 2 Spannen (palmi) bei Galilei 442*. 453.

G.

Galenus 113.
Gegensätze bedingen nach Aristoteles Entstehen und Vergehen 40. 49. 90. 123. Kontradiktorische G. 136.
Gegner des Kopernikus stellen Versuche als günstig für ihren Standpunkt hin, ohne sie je ausgeführt zu haben 151. 190. G. d. K. werden Anhänger dess., aber nicht umgekehrt 134.
Gelenke der Tiere 273.
Gemeinsame Bewegung so gut wie nicht vorhanden 121. 391 u. ö.
Gemischte Bewegungen 15. 17. 257.
Gemma, Cornelius 298.
Genua 440.
Geometrisches 209. 216 ff. 303.
Gerade Linien minder vollkommen als Kreislinie 19. G. L. die kürzeste zwischen zwei Punkten 217.
Geradlinige Bewegung 20 ff. 34 ff. 48 f. 175. 416 u. ö.
Geschwindigkeit, Definition derselben 25 f.
Geschwindigkeitsstufen zwischen der Ruhe und einer bestimmten Geschwindigkeit 22 ff.

Gesichtssinn, Unvollkommenheit des G. 350. 388.
Gewaltsame und natürliche Bewegung 130. 148. 157*. 161 u. ö. Polemik gegen diese Begriffe 250. 287.
Gezeiten s. Ebbe und Flut.
Gibraltar 52. 141. 442.
Gilbert 418 ff.
Goldwäger s. Saggiatore.
Gott, seine Allmacht und Allwissenheit 107 ff. Die Art seiner Erkenntnis 109.
Grad, in dem Sinne von Mafseinheiten ohne bestimmte Gröfse 32*. 87*. 178. 468.
Gran 442.
Graphische Darstellung veränderlicher Gröfsen 211. 243.
Gravitation, allgemeine 21*. 36. 102 f. 260.
Grenzkreis des Lichtes (cerchio terminator della luce) 408.
Griechenland 122.
Grimaldi, Mondlandschaft 69*.
Gröfse, scheinbare 87. 388*.
Grofsherzog von Toskana, Magnet des G. 408. 424. 427.

H.

Hagek, Thaddäus 298.
Hainzel 298.
Hartmann, Georg, Entdecker der Inklination der Magnetnadel 422*.
Helligkeit rauher Flächen 75 ff. H. glatter, aber unpolierter Flächen 84.
Herkules 117. Säulen des H. 141. 456.
Himmel, ob fest oder flüssig? 125.
Himmelskörper, als Ganzes unzerstörbar 53. Wechselwirkung der H. 63. Vollkommene Rundheit ders. 84. 88 f.
Himmlische Substanz im Gegensatz zur elementaren 9. 15. 50. 73.
humor melancholicus 115.
Huyghens 206*. 278*.

I.

Jahreszeiten, Erklärung der J. vom Standpunkte des kopernikanischen Systems 407 ff.
Jaspis 63. 420.
Indien 110.
Indischer Ocean 454.
Infinitesimalrechnung, Keime der I. bei G. 205*. 243*. 394*.
Ingoli 151*. 390*.
Inklination der Magnetnadel 422. 430.
Instrumente, astronomische 305. 331. 364. 405.
Integration 243*.
Intellekt, menschlicher und göttlicher 11. 108 f.
Intelligenzen als bewegende Principien 250.
intelligentia assistens und informans 250*.
Joachim von Floris 114*.
Irradiation 80 f. 350 ff. 377.
Isochronismus der Pendelschwingungen 245. 470.
Jupiter, Umlaufszeit 124. Jupitersmonde s. Mediceische Gestirne.

K.

Kairo 100.
Kalabrien 454.
Kalligraphische Kunststücke 182.
Kandia (= Kreta) 121. 438.
Kanonenschüsse als Argument gegen die Erdbewegung 132. 176 ff.
Kap der guten Hoffnung 141.
Karmel 345.
Katechetische Methode 296.
Kepler 39*. 55*. 71*. 232. 285. 294*. 298. 334*. 435*. 476*. 483*.
Keplersche Gesetze 30*. 476*.
Kerze zur Konstatierung von Luftzug 159.
Kleomedes 97.
Kolur 400.
Kometen 55 ff. 255. 261.
Komposition des Dialogs (Episoden) 170.
Komposition von Gröfsenverhältnissen 210*.
Konjunktion 66*. 68.
Konstantinopel 456.
Kopernikaner waren vordem Anhänger des Ptolemäus, aber nicht umgekehrt 133 f. Ungenannter K. 261.
Kopernikus genannt 2. 9 u. ö. Behandelt die Einwürfe gegen sein System nur kurz 176. Wichtigste Argumente gegen sein System 144. 395. 407. Die Sinustafel in seinem Werke 191. 312. 378. Seine Ansichten über Centrifugalkraft 206*. Entfernung des Mondes von der Erde nach seiner Angabe 238. Nachfolger Aristarchs bezüglich der Annahme einer jährlichen Erdbewegung 290. 333. Über die Bewegung der Atmosphäre 252 f. Sein Scharfsinn gepriesen, weil er sich durch scheinbar widersprechende Thatsachen nicht irre machen liefs 349. 354. 389. Seine Ansichten über die geradlinige Bewegung und das Wesen der Schwere 21*. 257. Motive für die Aufstellung seines neuen Systems 356. Über Präcession 382. Über den Mangel einer Fixsternparallaxe 374 f. 389.

Korfu 121. 442.
Kork 158.
Korsika 438.
Kraft, eingeprägte (virtù impressa) 157 ff. Lebendige K. = Antrieb (impeto) 23 ff. Erhaltung der leb. K. 24*.
Kreis, vollkommener als gerade Linie 19. Definition und unzählige Eigenschaften dess. 109. Kreis mit unendlich grofsem Radius geht in die gerade Linie über 394. Kr. die einfachste Fläche 222. Verhältnis von Umfang zu Durchmesser 234 f. 247 f.
Kreisförmige Bewegung ist die natürliche Bewegung aller Weltkörper 20 ff. 34. Vielleicht auch die ihrer Teile 35*. 48. Ermangelt nach Ar. des Gegensatzes 41. 123. Kreisbewegung fallender Körper 35. 48. 171 ff. 257. 273. Kreisbewegung und Centrifugalkraft s. Centrif.
Kreter, Trugschlufs vom Kr. 44.
Kugel, Berührung zwischen K. u. Ebene 215 ff. K. einfachster Körper 222. Möglichkeit eine vollkommene K. herzustellen 222.
Kugelgestalt der Erde und anderer Weltkörper infolge des gleichmäfsigen Strebens der Teile zum Ganzen 36. 102 f. Vollkommenheit der Kugelgestalt 84. 89. Die K. kann nicht Ursache der Unzerstörbarkeit sein 89 f.

L.

La Galla, Julius Cäsar 90*.
Landgraf (Wilhelm IV. von Hessen) 298.
latitudo ortiva und occidua 395*.
Lebensdauer, verschiedene, von Tieren und Pflanzen 42.
Leichtes und Schweres 35. 45 f. In absolutem und relativem Sinne 207. 214 f.
Leier (musikalisches Instrument) 425.
Leier (Sternbild, dessen hellster Stern Wega heifst) 378. 406.
Leonardo da Vinci 38. 226*.
lettere solari (Briefe über die Sonnenflecken) 58*. 75. 351.
Libration des Mondes 69 f.
libretto di conclusioni s. Thesenbüchl.
Licht der Himmelskörper im Gegensatz zur Dunkelheit der Erde 50. Fortpflanzung des L. 109*. Brechung des L. 329. 378.
Lido (Nehrung der venezianischen Lagune) 442.
Litterarische Zustände: Totschweigen unbequemer Ansichten 60. Aneignung fremder Ansichten 98. Lügenhafte Autoren 424*. Voreingenommenheit der Autoren für gewisse Ansichten 291 f.
Lizza Fusina 444*.
Locher s. Scheiner.
Logik. Aristoteles' Verdienste um die L. 37. 137. petitio principii 146. terminus medius 146. ignotum per aeque ignotum oder per ignotius 146. 217. Dilemma 135. Relativität 386. argumentatio ad hominem 389. ad destruendum sufficit unum 207. a fortiori 217. 233. Wesen der Definition 109. Beweisbarkeit wahrer, Unbeweisbarkeit falscher Behauptungen 136. 427. Kontradiktorische Gegensätze 136. Ex suppositione argumentieren 456.
Lorenzini 294.
S. Lorenzo = Madagaskar 454.
Luft behält eine mitgeteilte Bewegung nur kurze Zeit bei 159. 458. Konstatierung von Luftzug 159.

M.

Macrobius 12*. 97.
Madagaskar 454.
Mästlin 71*. 138*.
Magelhaens-Strafse 141. 454. 456.
Magnet 278. 418—433. Südpol des M. stärker als Nordpol 422. Einflufs der Armatur 424 ff. M. des Grofsherzogs von Toskana 424. 427.
Magnetische Kraft 70.
Magnetnadeln, angebliche Sympathie zweier entfernten M. 100.
Malerei 76. 84. 110.
Malta 438.
Mange (mangano) 138*.
Mare Crisium (Mondlandschaft) 69*.
Marmor 420.
Mars, Umlaufszeit des M. 124. M. macht den Astronomen besondere Mühe 476. Wechselnde Entfernung und scheinbare Gröfse 348 ff.
Marsili, Cesare 421*. 483.
Mastspitze legt gröfsere Strecke zurück als Mastfufs 182 f. Von der M. herabfallender Stein 148 ff.
Mathematik, Wichtigkeit der M. für die Naturwissenschaften 215. Anwendung der M. auf reale Verhältnisse 215 f. 247 f. Vollkommenheit ihrer Erkenntnisse 108.
Mathematische Strenge (nach Arist.) in den Naturwissenschaften nicht erforderlich 14*. 245. 429.
Maurolycus 298*.
Mediceische Gestirne (= Jupitersmonde) 124*. 278. 286. 355. 385. 472.
Medusenhaupt 63.
Meer, Gezeiten s. Ebbe und Flut. Strömungen 438. 454. Verschiedene Tiefen 439.

Meilen, deutsche 233.
Meinen und Wissen 419.
Mercurius Interpres 115.
Meridian 366*. 400. Veränderungen der M.-Richtung 483.
Merkur (Planet) 56.
Methoden, wissenschaftliche 34. 49. 54. 57.
Mexiko 51.
Michelangelo Buonaruotti 108. 110.
Miglie (ca. $1^1/_2$ km) 100*. 191. 238. 266. 390.
Mikroskop, Anspielung auf dass. vielleicht 350.
Mittelländisches Meer, Entstehung dess. 52. Ebbe und Flut in ihm 453 u. ö.
Mittelpunkt der Erde, ob identisch mit d. M. der Welt 35 ff. 130. 145. Erscheinungen in einem bis zum M. der Erde reichenden Schachte 142. 242. 251. 348.
Molukken 141.
Moment 227 f. 260.
Momentankräfte 23*.
Mond: Veränderungen dess. bis jetzt nicht wahrgenommen 52. Aussehen seiner Oberfläche 52. Ob bewohnt? 65. 105. Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten mit der Erde 66 ff. Gestalt 66. Dunkelheit 66. Gebirgigkeit 67. 74. 91. 100. Phasen 67. Rotation 69. Libration 69. Sekundäres (aschgraues) Licht 71 ff. 96. 103 f. Finsternisse 72. 75. 97. Gradnetz auf dem M. 87*. Durchmesser 100*. Ob Wasser und Land auf ihm 104 f. Umlaufszeit 124. 473. Entfernung von der Erde = 56 Erdradien 238. Einfluſs d. M. auf Schnecken 247. M. scheint den Wanderer zu begleiten 271. Einfluſs auf Ebbe und Flut 437. 438. 473 f. Parallaxe 302.
Moskau 100.
Most, Erzeugung von Fliegen aus seinem Dunste 42*.
Muñoz 299.
Musik 110. 425.

N.

Natur, Definition der N. 15*. 16*. 136. Reichtum der Mittel, über die sie verfügt 104. Öfters nahezu identifiziert mit Gott 108.
Natürliche und gewaltsame Bewegungen 34. 49. 157*. Natürliche Bewegung aller Weltkörper die Kreisbewegung 20. Polemik gegen die Vorstellung von n. und gewaltsamen Bewegungen 250 ff. 287. N. Bewegung muſs noch viel sicherer beharren als künstlich verliehene 148. 161. Natürl. Kreisbewegung der elementaren Körper erlischt in gröſserer Entfernung von der Erde 253.
Neapel 440.
Nebelflecke 385.
Negroponte (= Euböa) 453.
Nervenursprung 113.
Norman, Robert 422*.
Numerisches Rechnen 238*. 312*.

O.

Olla potrida 431.
Olymp 345.
Opposition der Planeten 66.
Orakelsprüche 114.
Orbis magnus 376*. 410. 446 u. ö.
Ovid 114.

P.

Padua 270. 361; hervorragender Professor von P. (wahrscheinlich Cremonini) 73.
Paduanisches Exemplar des Dialogs; handschriftl. (in den Text der Übersetzung aufgenommene) Zusätze dess. 22. 32 f. 104. 260. 264. 343 ff.
Pädagogische Kunst Galileis 152.
Palästina 141.
palla a corda 169*.
palle di legno a chi più s'accosta a un segno 169*.
palmo 442*.
Papirius 12*.
Paracelsus 463*.
Parallaktische Differenz, Parallaxe 55*. 297. 311. P. der Fixsterne 144. 396. 400 ff. P. von Sonne und Mond 302.
Pendasio 117*.
Passatwinde 459 ff.
Pendel 24. 159. 241. 245. 470.
Peripatetiker, ungenannter 90. 113. 419. 438.
Peripatetische Ansichten: Vollkommenheit der Kugelgestalt 84. 88. Undurchdringlichkeit des Himmels 55. 73. Verwerfung der virtus impressa 157. Nervenursprung 113. Studium von Detailfragen ist für den Philosophen unnötig 172. 236. Schädlichkeit mathematischer Studien 215. 415. Bewegung der Atmosphäre s. Atm.
Perlmutter 91.
Persien 122.
Perspektive 58. 478.
petitio principii 146.
Pfeile, der Länge und Quere nach abgeschossene 160.

Phantasie gründet ihre Vorstellungen auf Erfahrungseindrücke 65.
Phasen des Mondes und der Erde 67. 74; der Venus 336. 349. 355; des Merkur 355.
Philolaus 67*.
Philosophie, vermeintlicher Untergang der Ph. 40. 60.
Philosophische Ansichten Galileis 65. 388*. 422. 440. S. auch Erkenntnistheoretische Ans. G.s und Unbewufstes Wissen.
Photometrie, Anfänge einer solchen bei G. 94 f.
piè (Fufs) 442*.
Pietrapana 406.
pietra serena 89*. 421.
Planeten; ihre Einwirkung auf die Erde 101; Entfernungen nach den Annahmen v. Ptolemäus 382*.
Planetenbewegung 336 ff. 357 ff.
Plato 11. 21. 31. 215. 415 u. ö.
Platonische Lehre von dem unbewufsten Wissen und der Wiedererinnerung s. Unbewufstes Wissen.
Plutarch 65*.
Pointierung der Gegensätze zwischen dem ptolem. und kop. Systeme 135 f. 288.
Pole von Kugelkreisen 411*.
Pomeranzenstrauch 63.
Porphyr 420.
Porosität der Materie 219.
Porta, Giambattista 100*. 247*. 424*.
Präcession der Fixsterne 124. 256. 382 f.
primum mobile 124*. 297.
Principien der Bewegung, innere und äufsere 248 ff.
Propontis 456.
Ptolemäus 9. 35 u. ö. Seine Gründe gegen die Erdbewegung 119. 137 f. 199 ff. P. bezweifelt die Richtigkeit der Armillarsphäre des Archimedes 405.
Publikum und Autoren 82. 291. 425. s. auch Litterarische Zustände.
Pulsschläge, als Zeitmafs 23. 32. 162; bei Schlafenden und Wachenden 151.
Pupille, veränderliche Gröfse der P. und Methode zu ihrer Bestimmung 379 ff.
Pythagoras 54. 199; sein Lehrsatz 54. 109.
Pythagoreer 11.

Q.

Quadrant (astronomisches Instrument) 392.
Quadratur 66*. 68. 96.
Quadratwurzelausziehung 238*.
qualitates occultae 465. 483.

R.

Räderuhren 469 f.
Rafael 110.
Ragusa 442.
Raketen 257.
ratio eversa 382*.
Reflexion des Lichtes an glatten und rauhen Flächen 74 ff.
Refraktion 329. 378.
regula aurea 239. 312 ff.
Relative Bewegung 120 ff. 180 ff. 263. 391.
Relativität gewisser Begriffe 386.
Religiöse Dinge sollen nicht scherzhaft behandelt werden 374.
Reiter, der einen Körper fallen läfst 163. R. fühlt deutlich den Widerstand der Luft 138. 457.
Rocco, Antonio 30*.
Rohr, in dessen Ende ein Stein eingeklemmt ist (Kinderspielzeug) 201 ff.
Roland, Rasender, von Ariost, citiert 467.
Rollscheibe (ruzzola) 165.
Rom 361.
Rostock 134.
Rothmann, Christoph 131*. 390*.
Rückläufigkeit der Planeten 357 ff. 399.
Ruhe; ob zwischen entgegengesetzten Bewegungen R. eintreten mufs? 293.
Rute (canna) 236.
Rute (pertica) 293.

S.

Sacrobosco 277* 433. 489.
Sänger, der heilige (il sacro poeta) 458.
Saggiatore (Goldwäger) 55*. 75. 351. 417*. 463.
Sagredo, Giovanfrancesco; charakteristische Züge 78. 85. 110. 139. Seine Reise nach Aleppo 180. 265. 436. 461. S. der belehrende Teil 186. 188. 265 f.
Salviati, Filippo; charakteristische Züge 139. Seine Villa 120. 362. 405*.
Sammet, verschiedene Arten 104.
San Lorenzo = Madagaskar 454.
Sardinien 438.
Saturn; Umlaufszeit 124; Achsendrehung 278; vermeintliche Begleiter 385.
Schacht bis zum Mittelp. d. Erde s. Mittelp.
Schein und Sein 388*.
Scheiner 97*. Kritik der Disquisitiones mathematicae seines Schülers Locher 232—261 u. 373 ff.; = Apelles 58. 362.
Schiefe Ebene, Fall längs d. sch. E. 25 ff.
Schiff, Fall eines Steines von der Mast-

spitze eines Schiffes 131. 150 ff. Sonstige Beobachtungen auf bewegten Schiffen 180. 197. 392.
Schiffahrtskunde 110.
Schlagball s. Spiele (palla a corda).
Schnellwage 228.
Schönheit und Wahrheit 139.
Schöpfungscentrum, Berechnung seiner etwaigen Lage 31.
Schöpfungshypothese Galileis 20 ff.
Schreiberkunststücke 182.
Schreibfeder, absolute und relative Bewegung einer solchen 180 f.
Schrift, Erfindung der S. 98. 110.
Schriftsteller und Publikum 82. 98.
Schritt eines Fufsgängers 191.
Schüsse mit Kanonen als Argumente gegen die Erdbewegung 132 f. 177—192.
Schützenkunststücke 187*.
Schwarzes Meer 456.
Schwere, Wesen der Sch. 260. Sch. und Gewicht bei Galilei nicht durch termini von einander verschieden 214 f. u. ö. Ob Sch. nach dem Mittelp. der Erde oder dem des Weltalls gerichtet sei 35 f. 130.
Schwere und leichte Körper 35.
Schwerpunkt 260.
Scylla und Charybdis 438. 456.
Seiches 448*. 453*.
Selenographie (Mondbeschreibung) 52.
Seleucus 464*. 482*.
Selve, Villa delle 120*. 362.
Sextant 331.
Sexterschein (aspetto sestile) 66*. 337.
Sicilien 438. 454.
Silberne Gefäfse, Verschiedenheit ihres Glanzes und ihrer Farbe je nach Art ihrer Bearbeitung 83. 104.
Simplicio; charakteristische Züge 87. 112. 183. 290. 292; reist häufig nach Padua 269 f.
Sinus totus 327*.
Sirius 81. 353.
Skulptur 108. 110.
Sokrates 107.
Sokratische Dämonen 165.
Solstitium, Beobachtung seines Eintritts durch Galilei 405 f.
Sonne; Parallaxe 302; Entfernung von der Erde 375; scheinbarer Durchmesser 375; wechselnde Entfernung 375*; Zusammenhang von Ebbe und Flut mit der S. 437. 478 ff. Unregelmäfsigkeiten bei ihrer scheinbaren Bewegung 476.
Sonnenfinsternisse 97.
Sonnenflecken 55 ff. 278. 361—372. Briefe über d. S. 58. 59. 75.
Sophismen 44.
Sorites 44.
Spanien 122.
Spanne (palmo) 198. 205. 442.
Sphäre, astronomisches Instrument 364. 405. S. des Himmels, ihre Festigkeit bestritten 46. 73. 463.
Sphärische Astronomie (Sphaera, Sfera) 277. 433. 476.
Spiegel, ebene 76; kugelförmige 79 ff.
Spiele; ruzzola 165*; chiosa 168*; palla a corda 169*; palle di legno 169*; canna, in cima della quale . . . 201.
Spirale, cylindrische 16; archimedische und sonstige Sp. 173.
Sterne, nach perip. Ansicht verdichteter Äther 46. Neue St. v. 1572 u. 1604. 55 f. 232. 261. 289. 293—332.
Stevinus, Simon 439*.
Stichlinge (spillancole), als Beispiel kleiner Fische 386.
Stiller Ocean 454.
Störungstheorie Galileis 473*.
Stofskräfte 22*.
Strenge mathematischer und naturwissenschaftlicher Beweise 14.
Strömungen des Meeres 438. 454; im Euripus 453*.
Südsee (Oceano del Sud) 454.
ex suppositione 456.
Sympathie und Antipathie 429.
Syrien 121. 265. 436.

T.

Tag und Nacht, erklärt vom Standpunkte des kopernikanischen Systems 408.
Tangente; längs der T. sucht sich der kreisförmig bewegte Körper zu entfernen 203 f.
Tartaglia, Niccolò 177*.
Tautochrone 470*.
Teleologischer Standpunkt 64. 384 f. 421.
Teleskop, s. Fernrohr.
terrella 422*.
testiera = celatone 265*.
Text des Aristoteles, von Galilei benutzter 16*.
Thebit 377.
Theorie der Planeten (Theorica planetarum), astronomisches Kolleg 476.
Thermometer 32*.
Thesenbüchlein (von Scheiners Schüler Locher) 96. 232 ff. 373 ff.; von Clementi 183*.
Tiere, ihre Bewegung 273; ihr Ermüden 284. 287.
Tierkreis 276 u. ö.
Tizian 110.

tregenda (Wilde Jagd) 419*.
Tretmühlen 138.
Trugschlüsse 44.
Tycho de Brahe 55. 71*. 125*. 131. 186. 232. 261. 298*. 374 ff. 379. 389. 405.

U.

Ubaldi, Guido 226*.
Übertragung von Zuständen eines Subjekts auf ein anderes 157. 159.
Uhren 324. 469 f. 492.
Unbewufstes Wissen 12*. 26. 95. 152. 165 ff. 176. 202. 266. 393.
Unendliches im Verhältnis zum Endlichen 107. 128.
Unendlichkeit der Welt 39*. 334*.
Unendlich kleine Gröfsen von verschiedener Ordnung 205*. 212*.
Unveränderlichkeit des Himmels, angebliche Beweise dafür 40. U. kein Vorzug 62.
Unze (= 1/32 Pfund) 124.
Ursinus 298.
Urzeugung 42.

V.

Venedig 121.; Ebbe und Flut daselbst 292. 436. 442. 453. Versorgung mit Trinkwasser 444.
Venus 56. 96. 336. 349. 377.
Veränderlichkeit d. Himmels 50 ff. 64.
Verhältnis; das Doppelte eines V. 236*.; Zusammensetzung von Verhältnissen 210.
Versuche, physikalische u. Beobachtungsmethoden 76. 80. 85. 88. 103. 379 ff. 417. 426.
Vinci, Leonardo da 38. 71*.
Virgil 114; citiert 343.
Virtuelle Geschwindigkeiten, Princip der v. G. 226*.
Visiereinrichtungen (Diopter) an Quadranten und Sextanten 332. 405.
Vitellio 97.
Vögel; als Beweisgrund gegen die Erdbewegung 138. 176. 193; durch welchen Kunstgriff V. im Fluge geschossen werden 187 ff.

W.

Wachstum ist Werk der Natur, nicht des Menschen 107.
Wärmegrade 32.
Wage (Mefsinstrument) 227.
Wage (Sternbild) 408 u. ö.
Wagen (Sternbild = grofser Bär) 406.
Wahrheit und Schönheit identisch 139. W. ist unabhängig von der Beredsamkeit ihres Vertreters 57. W. und Irrtum 440. 443.
Wald, dunkeles Aussehen des W. 104.
Wechselwirkung der Himmelskörper auf einander 63; der Erde und der Himmelskörper 101.
Wega (ital. Lira) 378. 406.
Weinstock, sein Wachstum 107. 384.
Wellen, stehende oder stationäre 448*.
Welser, Marcus 58. 361.
Weltsystem, kopernikanisches. Skizze des k. W. 337 ff.
Wendekreis 406. 411.
Widerstand gegen die Bewegung 226.
Wilde Jagd *(tregenda)* 419.
Wilhelm IV., Landgraf von Hessen-Cassel 298.
Wind, sein Nichtvorhandensein als Beweis gegen die Erdbewegung 138. 268. Passatwinde 459 ff.
Wissen, unbewufstes 12*. 26. 95. 152. 165 ff. 176. 202. 266. 393; wahres und vermeintliches Wissen 107; Wissen und Meinen 419.
Wolken; ihr Verhalten als Beweis gegen die Erdbewegung 138.
Wolkensäule, die vor den Kindern Israel herschwebte 93.
Wunder 22. 440.
Wursteisen, Christian 134.

Z.

Zabarella 117*.
Zeitmafs; als solches dienen für kleine Zeitintervalle Pulsschläge 23. 32.
Zodiacus s. Tierkreis.
Zusammensetzung von Bewegungen 173. 185. 431.

Soeben geht uns die traurige Nachricht zu, dafs der Herausgeber Herr Emil Straufs Sonnabend den 6. Februar 1892 in noch nicht vollendetem 33. Lebensjahre einer Lungenentzündung erlegen ist.

Die Verlagsbuchhandlung.

BINDING SECT. JUN 1 1972

PLEASE DO NOT REMOVE
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

QB
41
G136
1891

Physical &
Applied Sci.

Galilei, Galileo
Dialog über die beiden
hauptsächlichsten Weltsysteme